

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ЗАКЛАД
«ЛУГАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА»
ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

КАФЕДРА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ
РЕСТОРАННОГО І ТУРИСТИЧНОГО БІЗНЕСУ

БАРАБАШ ДЕНИС ОЛЕГОВИЧ

**МЕХАНІЗАЦІЯ ЗБИРАННЯ КОРЕНЕПЛОДІВ ЦУКРОВОГО БУРЯКУ
ТА ГИЧКИ З ОБҐРУНТУВАННЯМ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧОГО
ОРґАНУ**

**Кваліфікаційна робота
за спеціальністю 015.37 «Професійна освіта»
освітньо-професійна програма «Аграрне виробництво, переробка
сільськогосподарської продукції та харчові технології»**

Особистий підпис – _____ Д. О. Барабаш

Науковий керівник – _____ К.Т.Н., доцент, О. О. Ревякіна
(підпис) (посада, науковий ступінь,
наукове звання, ініціали, прізвище)

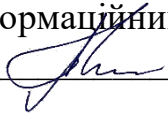
Зав. кафедри – _____ к.п.н., доцент, В. В. Бурдун
(підпис) (посада, науковий ступінь,
наукове звання, ініціали, прізвище)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ЗАКЛАД
«ЛУГАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА»
ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

КАФЕДРА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ
РЕСТОРАННОГО І ТУРИСТИЧНОГО БІЗНЕСУ

Затверджую:

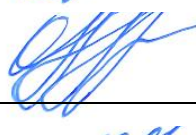
Декан факультету технологій та
інформаційних систем

 Могильний Г.А.

**Індивідуальний план здобувача вищої освіти
щодо виконання кваліфікаційної роботи**

1. Барабаш Денис Олегович
(прізвище, ім'я, по батькові здобувача)
2. Факультет технологій та інформаційних систем
3. Спеціальність «Професійна освіта. Аграрне виробництво, переробка сільськогосподарської продукції та харчові технології»
4. Кафедра професійної освіти ресторанного і туристичного бізнесу
5. Науковий керівник Ревякіна Ольга Олександрівна, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
6. Тема кваліфікаційної роботи
Механізація збирання коренеплодів цукрового буряку та гички з обґрунтуванням параметрів робочого органу
7. Термін подання роботи на кафедру 08.05.2026 р.

<i>№</i>	<i>Заходи</i>	<i>Термін виконання</i>	<i>Відмітка про виконання</i>
1.	Вибір теми кваліфікаційної роботи, вивчення наукової літератури, затвердження теми й керівника.	10.10.2025	
2.	Розробка плану роботи, визначення мети, завдань, об'єкту, предмету, методів дослідження.	14.11.2025	
3.	Робота над теоретичною частиною кваліфікаційної роботи, аналіз літературних джерел.	05.12.2025	

4.	Подання теоретичної частини кваліфікаційної роботи для першого читання науковим керівником.	19.12.2025	
5.	Усунення зауважень, урахування рекомендацій наукового керівника, подання теоретичної частини кваліфікаційної роботи на друге читання.	16.01.2026	
6.	Розробка технологічної і конструкторської частин роботи. Поетапний аналіз та обговорення результатів дослідної роботи.	30.01.2026	
7.	Подання першого варіанта дослідної частини кваліфікаційної роботи на перевірку науковому керівникові.	20.02.2026	
8.	Урахування рекомендацій наукового керівника, збагачення роботи додатковими дослідженнями, проведеними під час практики, підготовка варіанта роботи до попереднього захисту роботи на кафедрі.	06.03.2026	
9.	Попередній захист роботи на кафедрі.	20.03.2026	
10.	Доопрацювання кваліфікаційної роботи з урахуванням рекомендацій після попереднього захисту роботи на кафедрі.	03.04.2026	
11.	Подання кваліфікаційної роботи науковому керівникові та рецензентові на підготовку відгуку й рецензії.	17.04.2026	
12.	Подання на кафедру остаточного варіанта кваліфікаційної роботи, підписаного випускником, науковим керівником і рецензентом.	08.05.2026	

Здобувач вищої освіти _____ **Барабаш Д. О.**
 (підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ **Ревякіна О. О.**
 (підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота на тему: «Механізація збирання коренеплодів цукрового буряку та гички з обґрунтуванням параметрів робочого органу» виконана на 71 сторінках пояснювальної записки з використанням 20 літературних джерел.

У роботі розглянуто питання:

- проаналізовано технології та способи збирання коренеплодів та гички цукрових буряків;
- проведено технічне обґрунтування технологічних способів обрізання гички цукрових буряків із застосуванням сучасних машин;
- розглянуто будову та принцип дії робочих елементів коренезбирального копача;
- обґрунтовано необхідність та доцільність модернізації конструкції копача.

Сучасні тенденції механізації сільського господарства передбачають оптимізацію конструкції та параметрів робочих органів машин для збирання буряків із мінімізацією втрат та забезпеченням якісного очищення від ґрунту та сторонніх включень. Наукове обґрунтування цих параметрів дозволяє підвищити продуктивність агрегатів, знизити негативний вплив на коренеплоди та покращити ефективність виробничого процесу в цілому.

Тому розробка та обґрунтування оптимальних параметрів робочих органів машин для збирання коренеплодів цукрового буряку є актуальною задачею сучасного машинобудування, що дозволяє підвищити продуктивність обладнання, зменшити енергетичні та матеріальні витрати, а також забезпечити довговічність і надійність технічних засобів. Та має практичну значимість для агропромислового комплексу та сприяє підвищенню рентабельності виробництва цукру.

Ключові слова: цукрові буряки, коренезбиральні машини, механізація збирання цукрових буряків, оптимізація процесів збирання.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ I ТЕОРЕТИЧНИЙ	7
1.1 Біологічні особливості цукрового буряку як сільськогосподарської культури.....	7
1.2 Аналіз технологій та способів збирання коренеплодів та гички цукрових буряків	11
1.3 Показники ефективності роботи машин для збирання цукрових буряків	14
Висновки до розділу I.....	17
РОЗДІЛ II ТЕХНОЛОГІЧНИЙ.....	18
2.1 Технологічні способи обрізання гички цукрових буряків з використанням машин.	18
2.2. Викопувальні робочі органи бурякозбиральних машин	26
2.3. Процес взаємодії робочих частин машин для збирання гички з коренеплодами цукрових буряків.	33
2.4. Розрахунок показників операційно-технологічної карти вирощування буряків	39
Висновки до розділу II.....	49
РОЗДІЛ III РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ	50
3.1 Аналіз будови та принципу дії робочих елементів коренезбирального копача.....	50
3.2 Обґрунтування модернізації конструкції копача	56
3.3 Визначення та обґрунтування параметрів робочого органу	57
Висновки до розділу III	63
РОЗДІЛ IV ОХОРОНА ПРАЦІ.....	64
4.1 Небезпечні та шкідливі виробничі чинники під час експлуатації агротехнічних машин і обладнання	64
4.2 Головні вимоги пожежної безпеки під час роботи на сільськогосподарській техніці.....	65
4.3 Захист навколишнього середовища при використанні агротехнічної техніки	66
Висновки до розділу IV	68
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	69
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	70

ВСТУП

Збирання цукрових буряків та гички є одним із ключових етапів у технологічному процесі вирощування цієї культури. Високий рівень механізації на всіх стадіях обробітку значно підвищує ефективність виробництва, зменшує трудові витрати та знижує втрати коренеплодів під час збирання. Однією з найважливіших проблем сучасного агровиробництва є забезпечення оптимального поєднання продуктивності техніки та якості збирання, що безпосередньо залежить від конструкції та параметрів робочих органів бурякопідйомних та гичкозбиральних машин.

Механізація процесу збирання передбачає використання машин, здатних одночасно піднімати коренеплоди з ґрунту, відокремлювати їх від гички та підготувати до подальшої транспортування або переробки. При цьому особливу увагу необхідно приділяти обґрунтуванню параметрів робочого органу, таких як форма, кут атаки, швидкість руху та матеріал виготовлення, оскільки від них залежить ефективність відокремлення коренеплоду від ґрунту та якість збирання гички.

Актуальність теми зумовлена зростанням потреби у високопродуктивних та малогабаритних агрегатах, здатних працювати на різних типах ґрунтів та при різних умовах вирощування. Оптимізація параметрів робочого органу дозволяє зменшити механічні пошкодження коренеплодів, підвищити продуктивність машин і знизити енергетичні витрати, що має значний економічний ефект для сільськогосподарських підприємств.

Метою даної роботи є модернізація процесів збирання коренеплодів цукрового буряку та гички за рахунок удосконалення та обґрунтування оптимальних параметрів робочого органу, що забезпечують підвищення продуктивності та якості роботи механізованих агрегатів.

РОЗДІЛ І ТЕОРЕТИЧНИЙ

1.1 Біологічні особливості цукрового буряку як сільськогосподарської культури

Цукровий буряк (*Beta vulgaris* L. var. *saccharifera*) належить до родини лободових (Amaranthaceae) і є однією з найважливіших технічних культур, що забезпечує виробництво цукру з рослинної сировини [1, 4, 13]. Це дворічна рослина, у перший рік розвитку якої формується потужна розетка листків і м'ясистий коренеплід, а на другий рік із запасених у ньому поживних речовин виростає квіткове стебло, утворюються квітки та насіння. Біологічні особливості цукрового буряку як сільськогосподарської культури подано в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Біологічні характеристики цукрового буряку як агрокультури

Параметр	Опис	Особливості/Примітки
Ботанічна характеристика	Рослина належить до родини Амарантові (Amaranthaceae), вид <i>Beta vulgaris</i> L.	Двостаткова, однорічна рослина, іноді дворічна при насінництві.
Морфологія	Складається з коренеплоду, листків та квітконосного стебла	Коренеплід головний економічний орган; листки великі, розташовані розеткою.
Коренеплід	М'ясистий, циліндрично-конічної або веретеноподібної форми	Містить 15–20% цукру (залежно від сорту), накопичує крохмаль, білки, мінерали.
Листя	Розеткове, великі листові пластини	Використовується для фотосинтезу та накопичення цукру.
Коренева система	Стовбуровий корінь з численними боковими корінцями	Глибока, до 1,5–2 м, що забезпечує стійкість до посухи.
Температурні вимоги	Оптимальна температура для росту – 18–24°C	При температурах нижче 10°C ріст сповільнюється; морозостійкість слабка.
Світлові умови	Світлолюбна культура	Недостатнє освітлення знижує цукристість і врожайність.
Вологість та зрошення	Потребує помірного зволоження	Недостатня волога зменшує масу коренеплоду та цукристість; надлишок води сприяє хворобам.
Ґрунт	Добре дреновані, родючі суглинки або супіски	Чутливий до засолення та ущільнення ґрунту.

Найкращими попередниками для вирощування цукрових буряків у зрошуваних сівозмінах вважаються озима пшениця, висіяна після багаторічних трав, а також зернобобові культури, кукурудза на зелений корм, ранні зернові й кормові культури, картопля, помідори, огірки, перець, кабачки, капуста та цибуля [1, 10].

Коренеплід цукрового буряку має складну будову і складається з головки, шийки та власне кореня (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Будова коренеплоду цукрового буряка.

Основна частина коренеплоду розміщується в ґрунті на глибині до 30 см. Він містить велику кількість сахарози, кількість якої залежить від сорту, умов вирощування та агротехніки, і в середньому становить 16-20 %.

Запасання цукру відбувається переважно у центральній частині коренеплоду, де зосереджено найбільше провідних тканин і паренхіми. Добре розвинена коренева система з основним стрижневим коренем і численними боковими відгалуженнями забезпечує рослині високу посухостійкість і здатність використовувати вологу та поживні речовини з глибоких шарів ґрунту.

Листкова розетка буряку формується поступово. Листки мають черешкову форму, розташовані спіралью, утворюючи щільний покрив навколо коренеплоду. У фазі активного росту вони відіграють провідну роль

у фотосинтезі, від якого залежить накопичення цукрів у корені. Найінтенсивніше наростання біомаси і цукру відбувається за оптимальної температури 20-25 °C і достатнього зволоження [5].

Рослина є світлолюбною та вимогливою до родючості ґрунту, особливо до вмісту азоту, калію і фосфору. Нестача світла чи поживних речовин різко знижує врожайність і вміст цукру.

До допустимих попередників належать кукурудза на силос або зерно та кормові буряки. Недопустимим є розміщення цукрових буряків після соняшнику чи самих буряків. Беззмінне їх вирощування навіть за підвищених доз внесення добрив уже на третій рік спричиняє масове поширення коренеїда, церкоспорозу та інших хвороб коренеплодів, підвищує засміченість посівів і знижує врожайність на 25-29 ц/га, а на четвертий рік на 100-280, іноді навіть до 300 ц/га. Водночас зменшується цукристість на 2-2,9%. Тому повторне висівання цукрових буряків на одному полі дозволяється не раніше ніж через три роки.

У другий рік життя рослина переходить до генеративної фази. З коренеплоду виростає квітконосне стебло, яке може досягати 1,5-2 метрів заввишки. Квітки дрібні, непоказні, зібрані у суцвіття типу колоса, переважно двостатеві. Після запилення формується насіння – тверді горішки, з яких вирощують розсаду або висівають безпосередньо в ґрунт. Насіння має тривалий період спокою і потребує стратифікації для дружного проростання.

Цукровий буряк відзначається високою адаптивністю до умов вирощування, проте найбільш продуктивним він є у районах із помірно теплим кліматом і достатньою кількістю опадів. Для успішного росту буряк потребує структурних, родючих, добре дренованих ґрунтів із нейтральною або слабколужною реакцією. Надмірне зволоження, ущільнення ґрунту та нестача повітря негативно впливають на розвиток кореневої системи й знижують якість урожаю [20].

Завдяки своїм біологічним особливостям цукровий буряк є не лише джерелом цукру, а й цінною кормовою культурою. Хімічний склад

коренеплодів цукрових буряків є основним показником їхньої якості, цінності для цукровиробництва та кормових потреб. Середній склад залежить від сорту, ґрунтово-кліматичних умов, агротехніки вирощування та строків збирання.

Орієнтовний середній хімічний склад коренеплодів цукрових буряків (% до сирої маси):

- вода – 75-78 %
- суха речовина – 22-25 % у тому числі:
- цукор (сахароза) – 16-19 %
- азотисті речовини (білки, амід) – 1,0-1,5 %
- нецукри (солі, кислоти, пектини, клітковина) – 4-5 %
- клітковина – 0,7-1,2 %
- зола (мінеральні речовини) – 0,6-1,0 %

Основна маса сухої речовини припадає на цукор (сахарозу), який є головним технологічним компонентом для виробництва білого цукру. Хімічний склад коренеплодів цукрових буряків показано на рисунку 1.2.

До складу нецукрів входять: калій, натрій, кальцій, магній, фосфати, органічні кислоти (щавлева, яблучна, лимонна), білкові сполуки, пектини та інші речовини, які впливають на технологічні властивості соку при переробці.

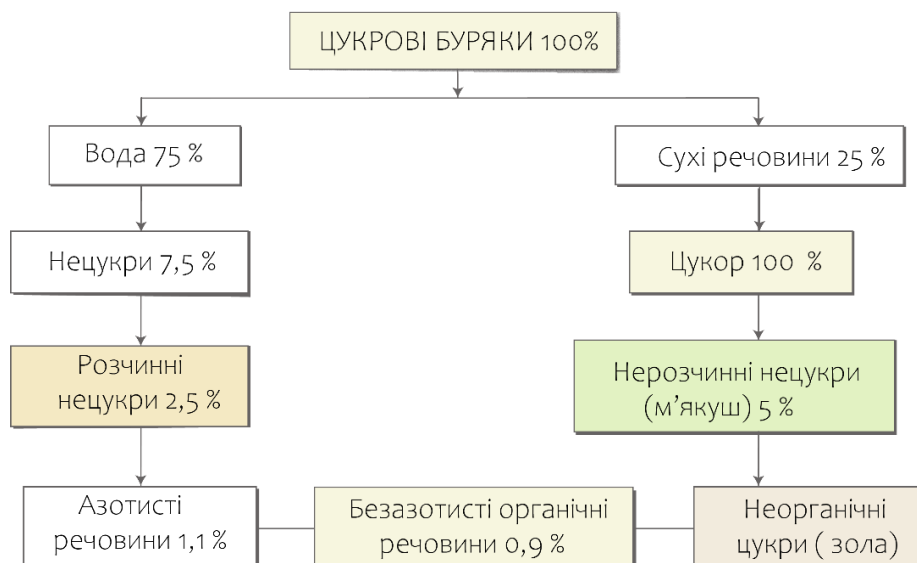


Рис. 1.2. Хімічний склад цукрових буряків.

Після переробки з коренеплодів отримують жом, який використовується для годівлі худоби, а гичка служить високобілковим зеленим кормом або сировиною для силосування [10, 14, 1].

Таким чином, ця культура має велике агроекономічне значення, забезпечуючи цукрову промисловість і тваринництво важливою сировиною.

1.2 Аналіз технологій та способів збирання коренеплодів та гички цукрових буряків

Конкретний вибір способу залежить від стану посівів перед збиранням, відстані полів до бурякоприймальних пунктів цукрових заводів, а також від забезпеченості господарства необхідною збиральною технікою та транспортними засобами для перевезення коренеплодів. Під час збирання цукрових буряків використовують три основні способи: потоковий, перевалочний та поточно-перевалочний (рис. 1.3).



а



б



в



г

Рис.1.3. Способи збирання цукрових буряків: а – потокова (відвезення коренеплодів); б, в – перевалочна (формування кагатів і підбирання валка коренеплодів); а, б, в, г – потоково-перевалочна.

У потоковому способі після піднімання/очищення коренеплодів збиральною машиною вони безпосередньо завантажуються у транспортні засоби і відразу вивозяться на приймальні пункти цукрового заводу або на склад(без тимчасового складування в полі).

Це означає безперервний «потік» від поля до кінцевого місця прийому. Застосовують переважно за сприятливих погодних умов (низька вологість ґрунту ~20-22% і помірна твердість ґрунту), коли коренеплоди відносно чисті та є достатній транспорт.

При перевалочному способі зібрані та очищені коренеплоди вивантажуються в полі і формуються у тимчасові кагати (купи) на заздалегідь підготовлених майданчиках або біля доріг. Пізніше (коли транспорт доступний або за графіком) корені з кагатів підбирають, доочищують і завантажують для відвозу на приймальні пункти.

Перевалочний спосіб застосовують коли поля далекі від цукрового заводу або коли недостатньо транспортних засобів для безперервного вивозу; також застосовують при підвищеній забрудненості коренів або несприятливих погодних умовах.

Поточно-перевалочний (змішаний) спосіб – це комбінований підхід: частина коренеплодів (з найбільш очищених ділянок або коли є автотransпорт) вивозиться відразу (потоково), інша частина тимчасово складається в кагати в полі і вивозиться пізніше (перевалочно). Такий режим дозволяє балансувати між потребою в швидкому вивозі й обмеженою кількістю транспорту.

Цей спосіб доцільний коли частина врожаю можна віддати на прийом негайно, а інша відправляти пізніше через брак транспорту або віддаленість полів. Поширений при великій відстані від полів до заводу або при непостійній доступності транспортних засобів.

Збирання цукрових буряків є складним технологічним процесом, який охоплює кілька послідовних етапів. При застосуванні машин для збору виконання цих етапів відбувається у встановленій черговості:

- спочатку видаляють гичку та проводять доочищення або обрізку верхівки коренеплоду;
- потім коренеплоди викопують з ґрунту, частково очищають і залежно від методу збору укладають у валки на полі або відразу завантажують у транспортні засоби;
- на завершальному етапі збирають коренеплоди з валків, остаточно очищають і поміщають у бункери-накопичувачі або безпосередньо у транспорт.

Більшість цих технологічних операцій можуть виконуватися комбінованими машинними агрегатами, що одночасно здійснюють кілька процесів.

З технологічної точки зору виділяють три основні методи збирання цукрових буряків. Перший трифазний, коли спеціалізовані машини окремо видаляють гичку, викопують коренеплоди та завантажують їх у транспортні засоби.

Другий двофазний, який може здійснюватися двома способами: або спочатку агрегат видаляє гичку, а на другому проході викопує й навантажує коренеплоди; або перший прохід поєднує видалення гички та викопування коренеплодів, а другий використовується лише для їх завантаження у бункер чи транспорт.

Третій метод однофазний, коли всі три операції (видалення гички, викопування і навантаження) виконуються одним самохідним комбайном або агрегатом, причіпним чи навісним до трактора.

Двофазний спосіб вигідний тим, що процес викопування коренеплодів відокремлений від їхнього транспортування, і це не впливає на продуктивність збиральної техніки. Однофазне збирання, завдяки суміщенню операцій, дозволяє скоротити кількість тракторів і обслуговуючого персоналу, а також менше порушує структуру ґрунту порівняно з багатofазним методом. Однак його недоліки висока вартість самохідних комбайнів та залежність продуктивності від простоїв під час

транспортування коренеплодів. На сьогодні однофазний метод набуває все більшого поширення. Використовуються як вітчизняні бурякозбиральні комбайни (наприклад, КС-6Б, РКС-6), так і зарубіжні моделі («Holmer», «Franz Kleine», «Agrifac» та інші).

Одним із головних завдань при механізованому збиранні є зменшення забрудненості коренеплодів ґрунтом, рослинними залишками та іншими домішками, які за несприятливих умов можуть сягати 50-70%. Найбільше забруднення спостерігається при збиранні на важких, вологих ґрунтах.

Дослідження демонструють, що навіть невелике зменшення кількості домішок значно знижує витрати на їх відділення та транспортування сировини, а також мінімізує втрати під час зберігання. Це підкреслює потребу в подальшому вдосконаленні технології збору коренеплодів цукрових буряків.

1.3 Показники ефективності роботи машин для збирання цукрових буряків

Цукровий буряк є однією з провідних технічних культур України, що забезпечує виробництво цукру та продуктів переробки, які є важливими складовими продовольчої та переробної промисловості. Високі вимоги до продуктивності та якості агропромислового виробництва обумовлюють необхідність постійного удосконалення технологій вирощування, збирання та первинної обробки коренеплодів. Особливу увагу у сучасних дослідженнях приділяють механізації процесу збирання цукрових буряків, оскільки він є одним з найбільш трудомістких та ресурсозатратних етапів технологічного циклу.

Механізація збирання коренеплодів і гички дозволяє суттєво зменшити трудові витрати, скоротити строки збирання врожаю та зменшити втрати продукції під час польових операцій. Важливою складовою ефективного збирання є конструкція робочих органів механізованих агрегатів, які

безпосередньо контактують із рослиною та ґрунтом. Неправильне визначення геометричних та режимних параметрів робочих органів може призводити до механічних ушкоджень коренеплодів, погіршення якості сировини, підвищення витрат пального та зниження продуктивності агрегату.

Сучасні тенденції розвитку сільськогосподарського машинобудування спрямовані на створення малогабаритних, високопродуктивних та енергоефективних знарядь, які дозволяють забезпечити оптимальне поєднання швидкості роботи, якості збирання та збереження врожаю.

У зв'язку з цим особливу актуальність набуває наукове обґрунтування параметрів робочого органу для агрегатів, призначених для підгортання, підкопування та відокремлення коренеплодів від ґрунту та відділення гички. Правильне встановлення кутів нахилу, відстаней між робочими елементами, глибин обробки та інших конструктивних характеристик робочого органу дозволяє підвищити ефективність процесу та знизити втрати урожаю.

Окрім цього, врахування фізико-механічних властивостей ґрунту, маси та розмірів коренеплодів, а також механічної міцності гички є обов'язковою умовою для проектування високопродуктивних машин. Недостатня увага до цих факторів може призвести до погіршення експлуатаційних характеристик техніки та зниження економічної ефективності виробництва [5, 14].

Ефективність роботи машин для механізованого збирання коренеплодів і гички цукрових буряків визначається комплексом техніко-експлуатаційних, агротехнічних та економічних показників. Їх аналіз дозволяє оцінити якість виконання технологічного процесу, рівень втрат урожаю, вплив машин на стан коренеплодів і ґрунту, а також доцільність використання конкретних машинно-тракторних агрегатів.

Втрати коренеплодів є одним із основних показників якості роботи бурякозбиральних машин. До них відносять коренеплоди, що залишилися в ґрунті, були пошкоджені або викинуті разом із домішками. Надмірні втрати виникають унаслідок неправильного налаштування робочих органів, невідповідності глибини копання, зношеності робочих елементів або

несприятливих ґрунтово-кліматичних умов. За агротехнічними вимогами загальні втрати коренеплодів не повинні перевищувати встановлені нормативні значення, що забезпечує раціональне використання врожаю.

Пошкодження коренеплодів під час збирання негативно впливає на їх збереженість і якість, оскільки тріщини, надрізи та обломи сприяють розвитку гнильних процесів. Основними видами пошкоджень є механічні удари, порізи ножами та злам кореневої шийки. Ступінь пошкодження залежить від конструкції робочих органів, швидкості руху машини, умов збирання та рівня технічного обслуговування. Допустимий відсоток пошкоджених коренеплодів регламентується агротехнічними нормами.

Чистота зібраної маси характеризується кількістю ґрунтових і рослинних домішок у зібраних коренеплодах. Висока забрудненість ускладнює транспортування та переробку буряків, збільшує витрати на очищення та знижує якість сировини. Чистота зібраної маси значною мірою залежить від ефективності роботи очисних пристроїв, типу ґрунту та його вологості. Сучасні машини оснащуються багатоступеневими системами очищення, що дозволяє значно зменшити вміст домішок.

Продуктивність машин для збирання цукрових буряків визначається кількістю зібраної продукції за одиницю часу та залежить від ширини захвату, робочої швидкості, кількості рядків збирання та організації робіт. Підвищення продуктивності сприяє скороченню строків збирання, що особливо важливо в умовах обмеженого агротехнічного періоду. Водночас надмірне збільшення швидкості руху може призводити до зростання втрат і пошкоджень коренеплодів.

Енергоємність процесу збирання характеризує витрати палива та енергії на одиницю зібраної продукції. Вона залежить від технічного стану машин, складності ґрунтових умов, рельєфу поля та режимів роботи двигуна. Зниження енерговитрат досягається за рахунок оптимального налаштування машин, застосування сучасних енергоефективних технологій та раціональної організації роботи.

Надійність машин визначається їх здатністю працювати без відмов протягом встановленого часу. Часті поломки призводять до простоїв, збільшення витрат на ремонт та порушення строків збирання. Високий рівень надійності забезпечується якісною конструкцією, своєчасним технічним обслуговуванням і дотриманням правил експлуатації.

Економічна ефективність механізованого збирання оцінюється шляхом порівняння витрат на виконання робіт із отриманими результатами. Вона включає витрати на паливо, обслуговування, амортизацію техніки та оплату праці. Використання високопродуктивних машин дозволяє знизити собівартість збирання та підвищити рентабельність виробництва цукрових буряків.

Висновки до розділу I

В розділі розглянуто біологічні особливості цукрового буряку як сільськогосподарської культури. Вивчення морфо-біологічних та фізіологічних характеристик цукрового буряку дозволяє оптимізувати агротехнічні заходи, підвищити ефективність виробництва та якість коренеплодів.

Проведений аналіз технологій та способів збирання коренеплодів та гички цукрових буряків показав, що сучасні технології збирання цукрових буряків включають потоковий, перевалочний та поточно-перевалочний способи, кожен з яких має свої переваги та обмеження залежно від стану посівів, віддаленості полів і технічного оснащення господарства.

В розділі проведено обґрунтування актуальності теми роботи. Зростання вимог до якості сировини, ефективності виробництва і зниження енергетичних та трудових витрат зумовлює необхідність удосконалення існуючих технічних засобів і технологічних процесів.

РОЗДІЛ II ТЕХНОЛОГІЧНИЙ

2.1 Технологічні способи обрізання гички цукрових буряків з використанням машин.

Очисники головок коренеплодів, призначені для видалення залишків гички, називають очисними пристроями. У деяких випадках цю функцію можуть виконувати й окремі типи гичкозрізувальних апаратів. Під час зрізання верхньої частини головок буряків важливо забезпечити мінімальні втрати цукроносної маси, оскільки саме вона є найціннішою частиною врожаю [10].

З урахуванням умов роботи гичкозбиральних машин необхідно пам'ятати, що:

- під час розроблення робочих органів і конструкції машини загалом першорядне значення мають агротехнічні вимоги до процесу збирання буряків;
- поєднання технологічного процесу з рухом агрегату по полю потребує значних енергетичних витрат, які зростають із масою машини;
- експлуатація техніки відбувається в абразивному середовищі, що спричиняє швидке зношування її основних вузлів, насамперед робочих органів;
- машини функціонують на відкритому повітрі за різних кліматичних і температурних умов, на ґрунтах із неоднорідною структурою, а також на нерівних полях із коренеплодами різних розмірів.

Беручи до уваги особливості механічного зв'язку гички з коренеплодами, найбільш раціональним вважається виконання процесу відокремлення гички комбінованим, тобто двостадійним способом, який включає грубе обрізання гички з наступним їх повним видаленням з головки коренеплоду [7].

Для здійснення аналізу різних технологічних схем сучасних машин та виявлення основних напрямів удосконалення їх конструкцій, технологічний процес підготовки коренеплодів до викопування класифікують за наведеними вище операціями (рис. 2.1).

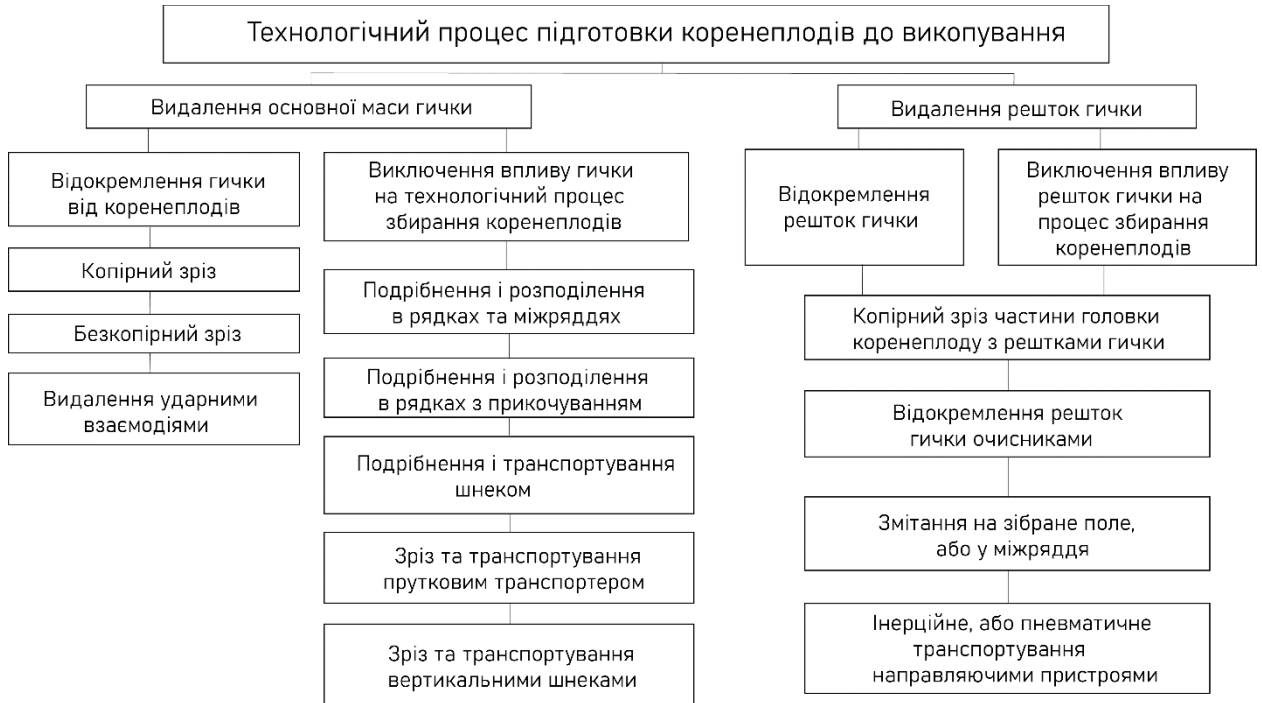


Рис.2.1. Процеси технологічної підготовки коренеплодів до збирання з ґрунту.

На сучасному етапі розвитку бурякозбиральної техніки використовують два основні підходи до механізованого відокремлення гички:

- відокремлення гички безпосередньо на корені, коли спочатку зрізають гичку, а потім викопують коренеплід;
- відокремлення гички в процесі збирання, коли спочатку викопуються буряки, а вже потім у комбайні обрізується гичка.

Спираючись на наведену класифікацію, розглянемо особливості виконання операцій із видалення гички в технологічних схемах машин провідних світових виробників [1].

Окрім цього, буде проаналізовано конструктивні особливості робочих органів, за допомогою яких здійснюється даний процес. Основна маса гички

може зрізатися як із копіюванням форми головок коренеплодів, так і без нього на визначеній висоті від поверхні ґрунту.

Видалення гички ударними взаємодіями проводять за допомогою роторів-дефоліаторів 1 (рис. 2.4), оснащених гнучкими елементами. Для цього зазвичай застосовують механізми з роторами, що мають осі обертання, розташовані під різними кутами: нахилені до горизонту (рис. 2.2), горизонтальні (рис. 2.3) або вертикальні (рис. 2.5).

Машина БМ-6А (рис. 2.2) призначена для ефективного видалення гички з коренеплодів цукрового буряка на етапі підготовки до збирання. Робочий орган машини складається з роторів-дефоліаторів, оснащених гнучкими або пружними елементами, що забезпечують щадне відділення листя без пошкодження коренеплодів.

Під час роботи БМ-6А гички піддаються механічній обробці: обертові роторні елементи захоплюють і зрізають листя, після чого воно викидається на поверхню ґрунту для подальшого компостування або збирання. Машина може працювати як на потокових, так і на перевалочних схемах збирання буряків, забезпечуючи рівномірне та повне видалення гички з рослин.

Основні переваги використання машини БМ-6А включають:

- підвищення якості збирання коренеплодів за рахунок зменшення забруднення листям;
- скорочення часу на підготовку поля до збирання;
- зменшення втрат коренеплодів під час механічного видалення гички;
- універсальність у застосуванні на різних типах ґрунтів та посівів.

Технічні характеристики машини дозволяють регулювати швидкість обертання роторів та глибину захвату, що забезпечує оптимальну роботу в залежності від стану посівів та агротехнічних умов [1, 4].

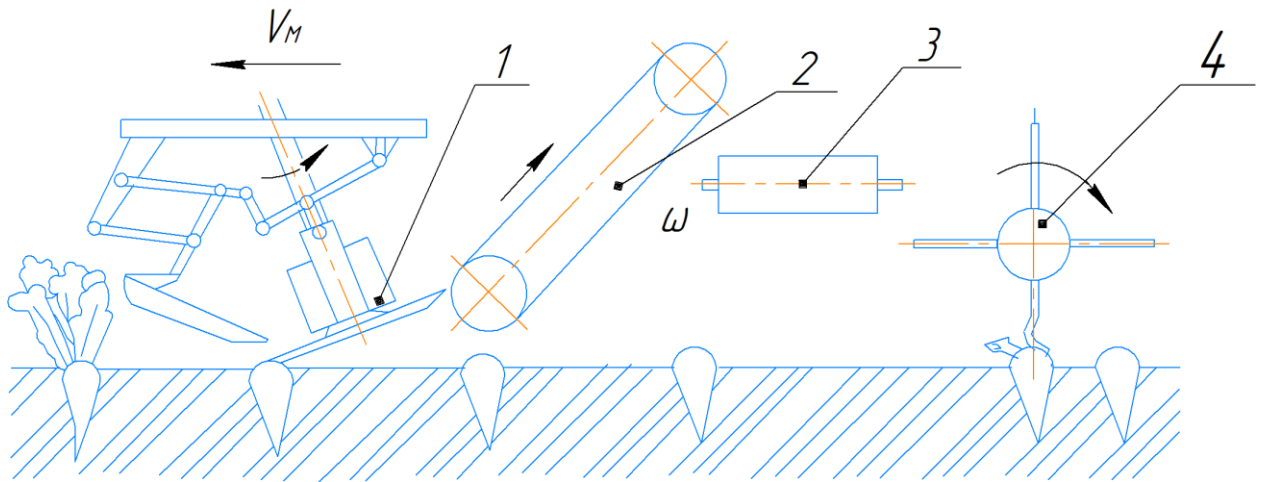


Рис.2.2. Технологічна послідовність видалення гички із застосуванням машини БМ-6А.

На прикладі комбайна Garford Victor (рис. 2.3) можна побачити, як дана технологія реалізується з використанням принципово відмінних робочих органів.

Видалення гички комбайном Garford Victor здійснюється за допомогою дефоліаційної системи, що оснащена роторними ножами або гнучкими елементами, які обертаючись, ефективно зрізають або збивають листя буряків. Ротор розташований під певним кутом до поверхні ґрунту, завдяки чому забезпечується якісне очищення головки коренеплоду від гички без її пошкодження.

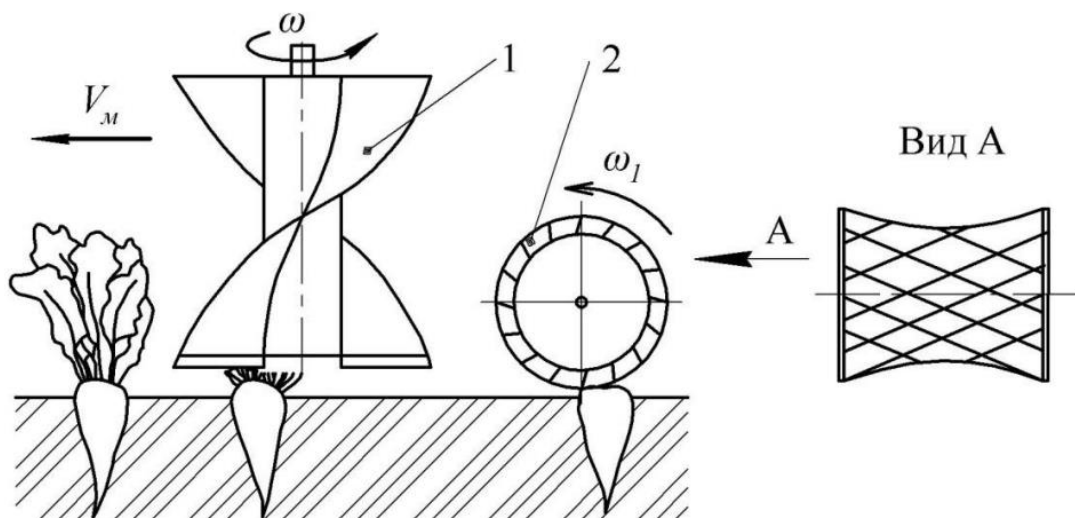


Рис.2.3. Технологічна схема видалення гички комбайном Garford Victor.

Комбайн Garford Victor відзначається високою точністю регулювання висоти ротора, що дозволяє адаптувати процес видалення гички до нерівностей поля та різної висоти рослин. Це сприяє зменшенню втрат урожаю й підвищенню ефективності подальшого викопування коренеплодів.

Окрім того, у конструкції застосовано систему автоматичного копіювання рельєфу, яка забезпечує стабільну роботу дефоліатора навіть на складних ділянках поля.

Завдяки цьому досягається рівномірне очищення без залишків листя, що позитивно впливає на якість зібраних буряків і знижує витрати на наступні технологічні операції.

Видалення гички цукрового буряка здійснюється за допомогою спеціалізованої машини WIC, що виробляється фірмою Amity Technologi (рис.2.4). Цей агрегат призначений для ефективного відокремлення листя та верхньої зеленої маси від коренеплодів без пошкодження самих буряків.

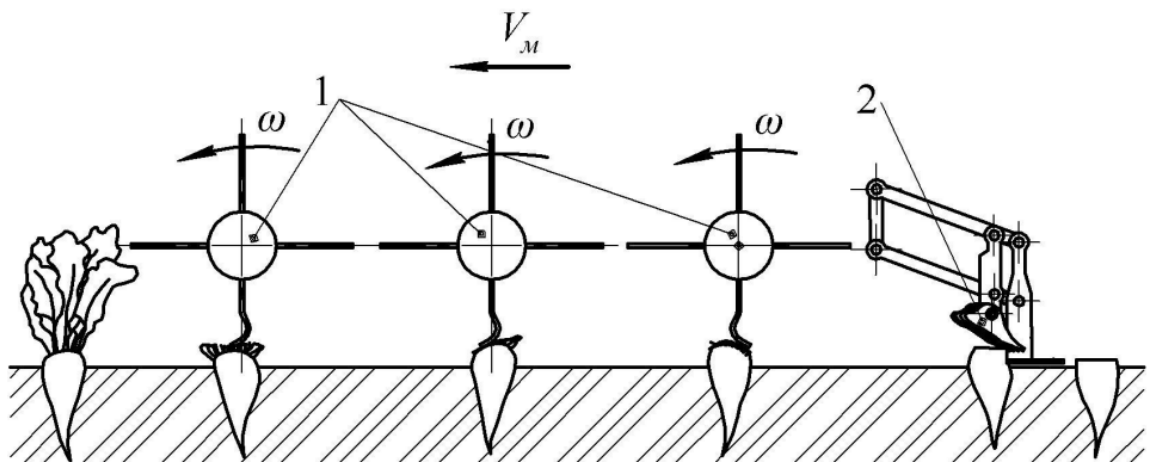


Рис. 2.4. Технологічна схема роботи машини для видалення гички машиною WIC фірми Amity Technologi.

Гичкозбиральна машина WIC компанії Amity Technologi відзначається нестандартною конструкцією робочих органів. Замість класичного роторного зрізувача гички вона оснащена тривальним оббивачем-подрібнювачем гички (дефоліатором). Робочі елементи виконані з високоякісної гуми, що дозволяє володіти значною механічною міцністю.

Машина працює за принципом механічного зрізання та видалення гички за допомогою роторів із гнучкими елементами, які обережно піднімають і відкидають листя, одночасно забезпечуючи мінімальні втрати врожаю.

Використання такої техніки дозволяє прискорити процес збирання та підвищити якість отриманої сировини, зменшуючи домішки зеленої маси та покращуючи подальшу транспортування і зберігання коренеплодів.

Фірма Grimme застосувала інноваційний підхід до видалення гички в комбайні Maxtron 620 (рис. 2.5).

Тут гичка зрізується лише над рядками за допомогою секційно розташованих дугоподібних ножів 1. Міжряддя обробляє роторний гичкоріз, на валу якого встановлені поліуретанові била, що на 30 мм виступають за довжину ножів 2.

Ці довгі били створюють всмоктувальний ефект, завдяки якому рослинні залишки підбираються з рядків і надходять до ножів для додаткового подрібнення. Після подрібнення гичка за допомогою направляючих щитків на кожусі рівномірно розподіляється міжряддями та вдавлюється в ґрунт сталевими котками 3.

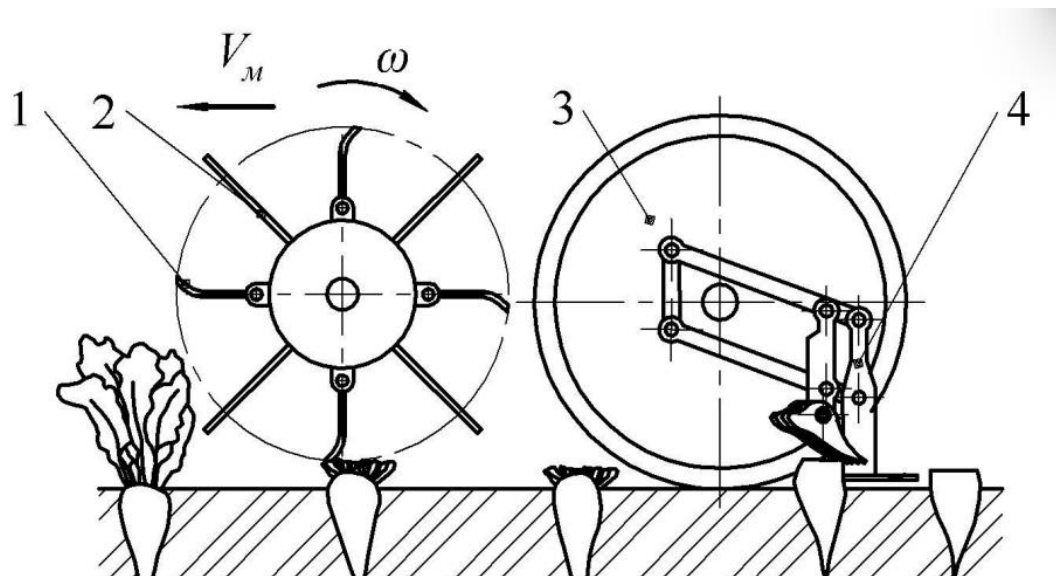


Рис.2.5. Технологічна схема видалення гички на комбайні Maxtron 620:

1, 2 – робочі органи для відокремлення гички; 3 – котки для вдавлювання подрібненої гички в ґрунт.

Для підвищення ефективності процесу збирання цукрових буряків у поєднанні з гичкозбиральними машинами використовують причіпні коренезбиральні агрегати моделі Rootster 604, які працюють у комплексі з машинами BM 330/300 виробництва фірми Grimme. (рис. 2.6).

Використання цих машин у поєднанні дозволяє оптимізувати процес збирання та відокремлення гички від коренеплодів, підвищуючи якість продукції та зменшуючи втрати.

Відокремлення гички у Rootster 604 здійснюється у три етапи:

На першому етапі коренезбиральна машина підрізає і піднімає гичку разом із верхньою частиною коренеплоду. Це забезпечує легкий доступ до коренеплодів і зменшує пошкодження буряків під час подальшого відділення листя. Робочі органи машини акуратно відділяють надземну частину рослини, залишаючи мінімальні пошкодження коренеплоду.

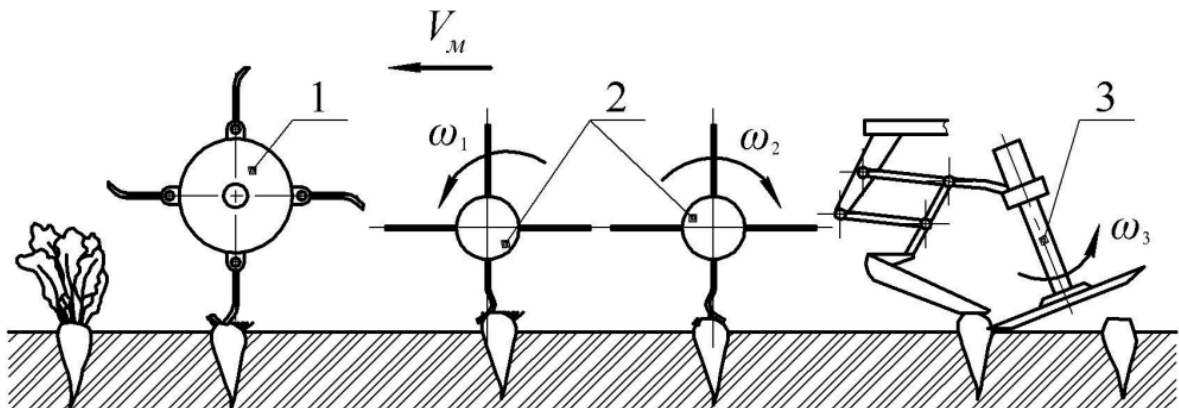


Рис. 2.6. Схема технологічного процесу машини для відокремлення гички Grimme BM 330.

На другому етапі спеціальні барабани та транспортери розділяють гичку та коренеплід. Завдяки регульованій інтенсивності обертання барабанів досягається ефективне відокремлення листя без травмування буряків. Гичка відводиться окремим транспортним шляхом до бункера або валка, що полегшує її подальше використання, наприклад, як корм для худоби або біопаливо.

На фінальному етапі коренеплоди проходять через систему очищення від залишків ґрунту та дрібної органіки. Відбувається сортування за розміром і якістю, що забезпечує підготовку буряків до зберігання або транспортування на переробку. Завдяки цьому етапу знижується кількість домішок та підвищується ефективність зберігання.

З проведеного аналізу можна зробити висновок, що більшість гички видаляється трьома способами:

- безкопірним зрізом гички з наступним копірним дообрізанням головок коренеплодів;
- копірним зрізом гички з очищенням головок коренеплодів від залишків гички;
- за допомогою ударної взаємодії.

Безкопірний спосіб передбачає первинне відокремлення гички від коренеплодів без застосування копіра (тобто без прямого контакту робочого органу з головкою коренеплоду). Після цього проводиться додаткове дообрізання головок коренеплодів за допомогою копіра для остаточного видалення залишків гички. Такий метод дозволяє зменшити пошкодження коренеплодів та підвищує чистоту врожаю.

Копірний зріз здійснюється за допомогою копіра, який повторює форму головки коренеплоду, забезпечуючи рівний зріз. Після цього головки додатково очищаються від залишків гички, що підвищує якість підготовки до зберігання та транспортування. Цей спосіб ефективний для врожаю з щільною та розвиненою гичкою.

Видалення гички за допомогою ударної взаємодії базується на механічному ударі, який відділяє гичку від коренеплоду. Ударна взаємодія може здійснюватися різними робочими органами (бойки, барабани, лопаті), що дозволяє швидко очистити коренеплоди від гички.

Метод підходить для інтенсивного збирання, але може бути більш травматичним для коренеплодів порівняно зі зрізом копірним способом.

2.2. Викопувальні робочі органи бурякозбиральних машин

Під час механізованого збирання цукрових буряків процес викопування коренеплодів умовно поділяється на дві основні стадії: порушення зв'язку коренів із ґрунтом (підкопування) та їх подальше вилучення з подачею на очисні механізми.

Першими засобами механізованого викопування буряків можна вважати використання звичайного плуга без полиці для підкопування коренів. Згодом замість корпусу плуга почали застосовувати спеціальні лапи, які складаються з леміша та опорної п'ятки (або польової полиці), що забезпечують стійкість агрегату під час роботи [3, 6].

Заглиблена в землю лапа під час руху піднімала пласт ґрунту, розриваючи зв'язок між ним і коренеплодами. Такі робочі органи мали високий тяговий опір, тому для його зменшення було розроблено велику кількість їх конструктивних модифікацій [1].

Сучасні робочі органи бурякозбиральних машин, залежно від виконання технологічного процесу, поділяються на дві основні групи. До першої групи належать ті, що витискують корені разом із ґрунтовим пластом і подають їх на очисні та транспортуючі пристрої.

До другої групи – системи, що складаються з двох робочих органів: один із них розпушує ґрунт і порушує зв'язок кореня, а другий здійснює захоплення, вилучення та транспортування коренеплодів. Викопувальні органи першої групи, які називають копачами, за формою робочої поверхні поділяються на вилчасті, лемішні та дискові. Кожен із цих типів має свої переваги й недоліки.

Органи другої групи, принцип роботи яких полягає у вилученні кореня за тіло або за гичку, застосовуються в бральних машинах. У таких машинах розрив зв'язків між коренеплодом і ґрунтом здійснюється за допомогою підкопувальної лапи. Проте апарати, що витягують буряки за гичку, виявляються малоефективними при слабко розвиненій або пошкодженій

гичці (20–40% лежачих листків), через що втрати коренеплодів досягають 8–10%.

Бральні механізми також працюють незадовільно на врожайних посівах (350–450 ц/га і більше), де втрати можуть сягати 12–15%, а затрати праці на підбір таких коренів становлять 15–16 люд.-год/га. Крім того, бральні колеса з голками, які проколюють коренеплоди, призводять до пошкодження їх поверхні та значних втрат (8,1–24,7%) [16].

Серед усіх вузлів бурякозбиральних машин копачі та підкопувальні лапи є найбільш енергомісткими. За результатами досліджень, вони забезпечують 60–75% тягового опору комбайна, причому підкопувальні лапи – 70–80%. У загальному балансі потужності машини їхня частка становить 32–48% [20].

Високий тяговий опір цих елементів не дозволяє застосовувати для збирання буряків просапні трактори класу 14 кН, а також обмежує робочу швидкість. Наприклад, при використанні трактора загального призначення класу 20 кН, трирядний агрегат працює із середньою швидкістю 4,5–5,0 км/год, забезпечуючи продуктивність 0,6–0,7 га/год.

За ступенем очищення вороху від домішок і якістю сепарації найкращі результати показують викопувальні органи витискувального типу. Їх особливістю є дві робочі поверхні, розташовані вздовж осі рядка буряків, між якими ґрунтовий пласт стискається та піднімається вгору під дією коренеплоду.

Першими представниками таких робочих органів стали лемішні копачі [9], які складаються з двох симетричних лемішів, встановлених під кутом до напрямку руху машини (рис. 2.7).

Лемішні копачі можуть бути замкнутими (рис. 2.7, а) або розімкнутими (рис. 2.7, б). Їх робоча поверхня є найпростішою з точки зору геометрії, однак самі конструкції таких копачів відзначаються великою різноманітністю.

Для лемішних копачів характерним є те, що через недостатнє подрібнення ґрунту разом із коренеплодами на очисні елементи машини потрапляє значна кількість землі. Це особливо помітно під час роботи на твердих ґрунтах із твердістю понад 2,5 МПа.

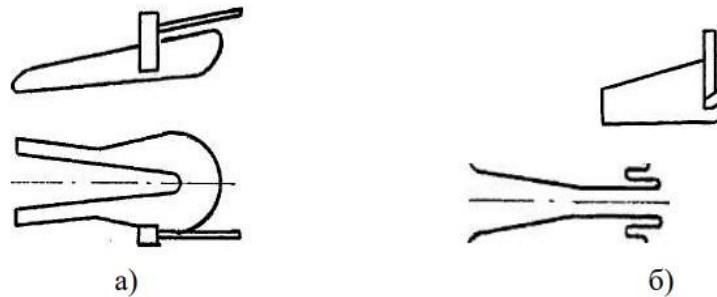


Рис. 2.7 Лемішні викопувальні робочі органи бурякозбиральних машин: а – лемішні замкнуті; б – лемішні розімкнуті.

Крім того, при збільшенні швидкості руху машини до 2 м/с навіть на легких ґрунтах перед лемішними копачами накопичуються технологічні маси, що спричиняє їх забивання, а також намотування рослинних решток і коренеплодів цукрових буряків. Усі ці недоліки знижують технологічну надійність лемішних копачів.

Вилчасті копачі складаються зі спарених загострених стержнів, які бувають активними (що обертаються) або пасивними. Використання активних вилчастих копачів для викопування коренеплодів спричиняє більший розрив зв'язків кореня з ґрунтом завдяки додатковому витягувальному зусиллю, що створюють обертові вилки, тому процес проходить швидше і динамічніше, ніж при застосуванні пасивних.

Як і лемішні, вилчасті копачі можуть мати замкнуту або розімкнуту конструкцію. Найчастіше їх застосовують у поєднанні з очищувальними механізмами різних типів у німецьких та чеських машинах.

Наприклад, у чеському комбайні СЦЗ розімкнута вилка працює разом зі шнековим очищувачем. Основним недоліком таких органів є підвищена ймовірність пошкодження коренеплодів через відсутність прошарку ґрунту

між буряком і копачем, а недостатнє подрібнення ґрунту призводить до збільшення кількості землі у воросі.

Технологічний процес роботи лемішних і пасивних вилчастих копачів полягає у підрізанні ґрунтового шару лезом або поверхнею вилки, що рухається по глибині підкопування. Лемішні копачі з від'ємним кутом атаки і максимальною робочою швидкістю 1,8–2,0 м/с на легких ґрунтах руйнують меншу частину кореневих кінців порівняно з вилчастими.

Однак збільшення поступальної швидкості бурякозбиральної машини призводить до більших втрат у вигляді обламаних кінців коренів, що залишаються в ґрунті.

Розімкнуті лемішні та вилчасті викопувальні робочі органи відрізняються від замкнутих тим, що їхні лапи або вилки кріпляться окремо до стояка, що підвищує ефективність проходження вороху на очищувальні пристрої. Незважаючи на простоту конструкції і невелику матеріаломісткість, ці робочі органи мають обмежене використання через низьку технологічну надійність і високі витрати енергії.

Дискові, або ротаційні, копачі складаються з двох плоских чи сферичних дисків, розташованих під кутом. Вертикальні осі дисків утворюють кут розвалу, а горизонтальні – кут атаки, при цьому кожен диск визначається своїм радіусом. Типові конструктивні схеми дискових копачів зображені на рисунку 2.8.

Дискові викопувальні органи випускаються у різних варіантах: з двома пасивними дисками, з одним активним або з двома активними дисками. Основна перевага таких робочих органів полягає в тому, що збиральна машина з ними може працювати на більш високій швидкості руху вперед, ніж машини з лемішними або вилчастими копачами, при збереженні аналогічної якості роботи.

Проте, окрім переваг, дискові копачі мають і певні недоліки. Серед існуючих робочих органів вони є найбільш енергозатратними, погано працюють на важких ґрунтах з твердості 3,0–4,5 МПа і схильні до захоплення

грудок землі. Крім того, дискові ВРО частіше спричиняють пошкодження коренеплодів у порівнянні з вилчастими.

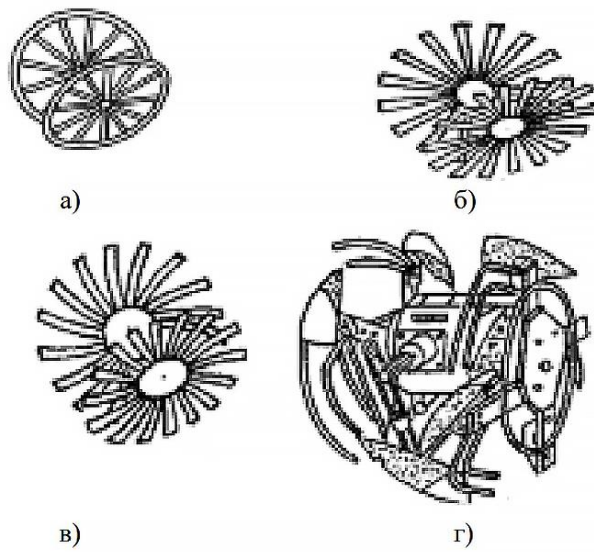


Рис. 2.8. Дискові викопувальні робочі органи бурякозбиральних машин: а – дискові із кільцевим лезом; б – дискові долотоподібні; в – дискові пальцеві; г – ротаційні з пружинами і виштовхуючими башмаками.

Пласт землі, зрізаний дисками разом з коренеплодами, стискається між дисками і піднімається вгору до бітерів, лопаті яких діють на коренеплоди та можуть їх пошкоджувати, особливо при засміченні дискового копача. Дискові копачі, що відносяться до витискуючих, мають більш складну конструкцію, складніше виготовляються та потребують більше матеріалів. Різноманіття технологій вирощування та збирання цукрових буряків, а також різні ґрунтово-кліматичні умови спричинили появу різних модифікацій комбінованих копачів (рис.2.9).

Найбільш розповсюдженим за кордоном є простий комбінований копач, який складається з пасивних спарених елементів: сферичного диска лушильника та плоского видовженого леміша, встановленого на ребро.

Колісно-пальцеві викопувальні механізми (рис. 2.10), що використовуються на закордонних машинах, дозволяють досягати необхідних технологічних та експлуатаційних показників.

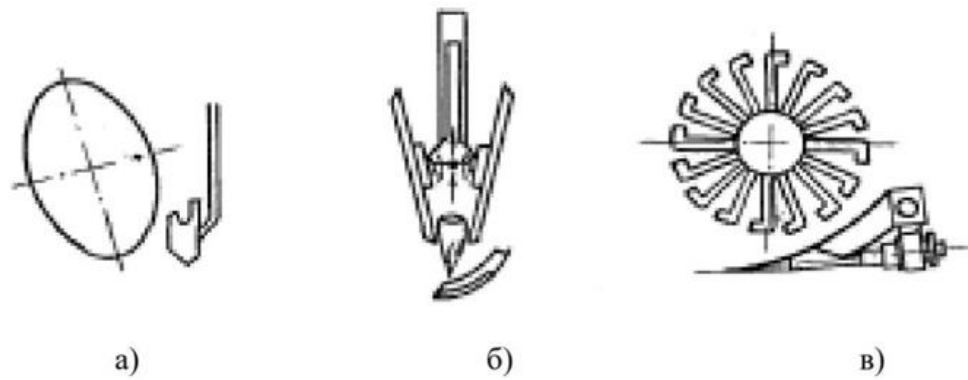


Рис. 2.9. Комбіновані викопувальні робочі органи бурякозбиральних машин: а – лемішно-дискові; б – дискові із попереднім підкопуванням; в – вилчасто-дискові.

Вивчення фізико-механічних характеристик ґрунту та коренеплодів і їхньої взаємодії з робочими органами сучасних бурякозбиральних машин показує, що процес викопування можна зробити якіснішим і менш енерго- та трудомістким, якщо коренеплоди будуть видобуватися без землі.

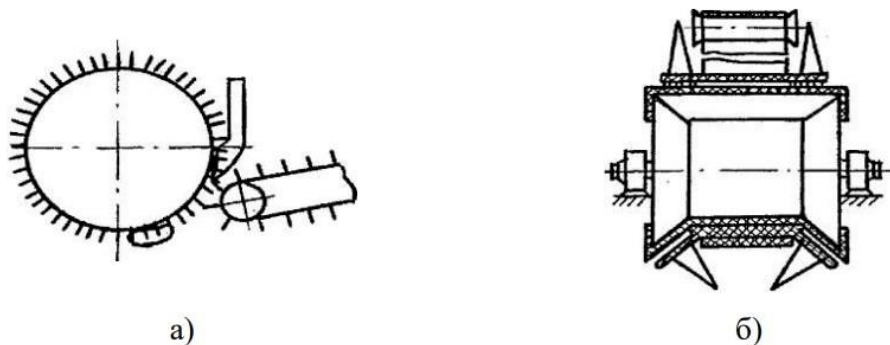


Рис. 2.10. Колісно-пальцеві викопувальні робочі органи бурякозбиральних машин: а – лемішний колісно-пальцевий; б – колісно-пальцевий.

Проведений аналіз показує, що актуальним залишається завдання розробки нових конструктивних схем ВРО. Ці схеми повинні забезпечувати ефективне та якісне копання коренеплодів з мінімальною трудомісткістю, незалежно від стану ґрунту та посівів, а також відповідати вимогам зниження матеріало- та енергозатрат бурякозбиральних машин.

В результаті аналізу існуючих викопувальних робочих органів та їхніх досліджень була розроблена класифікація, наведена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1.

Класифікація і принцип дії викопувальних робочих органів бурякозбиральних машин

Тип	Назва викопувальних робочих органів	Принцип дії і конструкція викопувальних органів
Лемішні	Лемішні замкнуті	Коренеплоди викопуються шляхом витискання двосторонньою замкнутою лапою
	Лемішні розімкнуті	Коренеплоди викопуються шляхом витискання двосторонніми роз'ємними лемішами, закріпленими на окремих стояках
Вилчасті	Вилчасті	Коренеплоди викопуються шляхом витискання двосторонньою замкнутою вилкою
Дискові	Дискові з кільцевим лезом і привідним	Коренеплоди підкопуються та витягуються з ґрунту шляхом затискання коренеплодів із ґрунтом і піднімання наверх парними дисками
	Дискові з кільцевим лезом без приводу	Коренеплоди викопуються та витягуються з ґрунту шляхом затискання коренеплодів з
	Дискові пальцеві	Коренеплоди підкопуються та витягуються шляхом затиску коренеплодів з ґрунтом і піднімання наверх парними пальцевими дисками
Комбіновані	Ротаційні з Пружинами виштовхувальними башмаками	Коренеплоди розхитуються
	Лемішно-дискові	Коренеплоди підкопуються та витягуються з ґрунту під дією комбінації робочих органів: витискуванням лемішем з однієї сторони і диском, що обертається, з другої
	Дискові із попереднім підкопуванням	Коренеплоди попередньо підкопуються розрихлювачем-плоскорізом, а розміщені під кутом привідні диски
	Вилчато-дискові	Корені підкопуються та витягуються на поверхню вилчатим копачем, а прутковими дисками, захоплюються за головки й піднімаються наверх
	Лемішний колісно-пальцевий механізм	Леміші з обох боків рядка руйнують зв'язки коренеплодів з ґрунтом, а пальці (шпильки), що розміщені на колесі, впроваджуються в головку коренеплоду і витягують його із землі
	Колісно - пальцеві	Колесо з ножами підрізає пласт ґрунту, а пальці захоплюють з обох боків пласт ґрунту з коренеплодами і піднімають його
Із примусовими коливаннями	Лемішні віброкопачі	Коренеплоди розхитуються, захоплюються та витягуються з ґрунту валками, що обертаються

	Вилчасті віброкопачі	Корені підкопуються, розхитуються в поперечному напрямку та витягуються з ґрунту дисками, що коливаються
	Дискові віброкопачі	Корені підкопуються і витягуються з ґрунту розхитуванням і витискуванням лемішками, що коливаються

2.3. Процес взаємодії робочих частин машин для збирання гички з коренеплодами цукрових буряків.

Згідно з дослідженнями Л.В. Погорілого та Н.В. Татянка [5], було виділено різні варіанти взаємного положення коренеплодів у рядку (рис. 2.11).

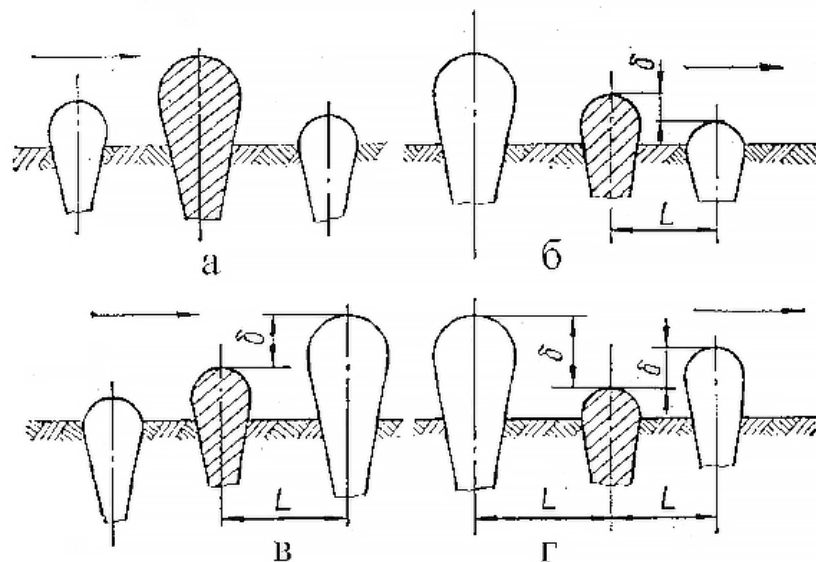


Рис. 2.11. Можливі комбінації відносного розміщення коренеплодів (коренеплід, що обрізується заштрихований): а) між двома сусідніми нижчими коренеплодами; б) нище попереднього, але вище наступного; в) вище попереднього, але нище наступного; г) між двома вищими коренеплодами

Найбільш сприятливою є ситуація, коли між сусідніми коренеплодами зберігається достатній інтервал, що забезпечує наявність технологічних пауз у циклі, коли гичкозрізувальний механізм опускається в крайнє нижнє

положення. В інших умовах його робота залежить від просторового розташування коренеплодів у рядку та по висоті над рівнем ґрунту

Як показано на рисунку 1.25а, у першому випадку процес копіювання й обрізування коренеплоду не залежить від положення сусідніх рослин. Тому розглядається один окремий коренеплід. Для зручності аналізу динамічних і кінематичних характеристик копіювання та зрізування цикл цього процесу розділено на три послідовні стадії:

- перша від моменту дотику копіра до головки буряка до початку його руху щодо рами машини;
- друга підйом копіра і ножа відносно несучої рамки;
- третя зрізання верхньої частини головки.

Результати досліджень, виконаних Л.В. Погорілим, дозволили встановити динамічну залежність, яка визначає гранично допустиму швидкість руху бурякозбирального агрегату.

$$V_M \leq \sqrt{\frac{QH_i \cdot \cos \Psi_H}{2M_H \delta}} \left[L - d_k + \left(\frac{\delta}{i} \right) \cdot \operatorname{tg} \Psi_H \right],$$

де QH_i – сума приведених до ножа статичних сил;

Ψ_H – кут нахилу осі обертання ножа до вертикалі;

M_H – маса рухомих частин апарата приведених до ножа;

δ – перевищення коренеплодів один над одним;

L – відстань між коренеплодами в рядку;

d_k – діаметр коренеплоду;

i – вертикальна поправка, що дорівнює відношенню вертикального переміщення копіра y_k до відповідної вертикальної складової переміщення ножа y_H .

Дослідження, присвячені вивченню механіко-технологічних характеристик гички цукрових буряків, висвітлено в роботах Л.В. Погорілого [75, 77]. Процес взаємодії пасивного копіра з коренеплодом був об'єктом

вивчення В.М. Булгакова. У ході руху копіра вздовж рядка він торкається нерухомої головки в точці А (рис. 2.12).

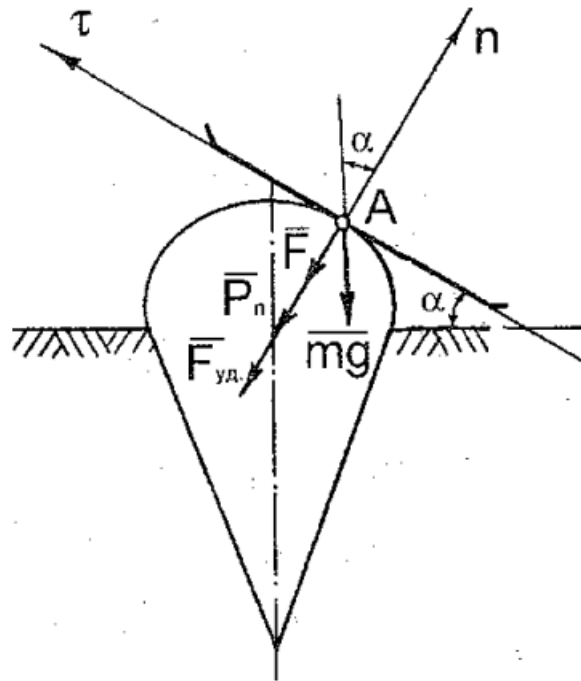


Рис. 2.12. Схема взаємодії пасивного копіра з коренеплодом:

α – кут відхилення копіра від горизонту; τ та n – осі координат;

$\overline{F}_{уд.}$ – сила удару; $\overline{mg}$ – вага рухомих частин гичкозрізувального апарату;

$\overline{P}_n$ – сила, що примусово притискає копір до головок коренеплоду;

А – точка контакту; $\overline{F}$ – сила, яка враховує сили тертя в шарнірах механізму навіски

В результаті проведених досліджень отримано аналітичний вираз для визначення робочої швидкості V_p , при якій буде здійснюватись ефективна робота гичкозрізувального апарату

$$V_p = \sqrt{\frac{10 - P_n \cdot \sin \alpha - F \cdot \sin \alpha}{6m \cdot (1 + \varepsilon) \cdot \sin^2 \alpha}},$$

де P_n – сила, що примусово притискає копір до головок коренеплоду;

α – кут між напрямком удару і площиною копіра;

F – сила, яка враховує сили тертя в шарнірах механізму навіски;

ε – коефіцієнт відновлення при ударі копіра об головку коренеплоду;

m – приведена до точки А маса гичкозрізувального апарату.

У своїх дослідженнях Босой Є.С. отримав аналітичну залежність, яка описує горизонтальну складову результуючої сили нормального тиску копіра на верхню частину коренеплоду, за якої виключається його перекидання [11] :

$$R_r = N \sin(a_{\text{щ}} + \varphi) / \cos \varphi < [P_B];$$

де N – величина нормальної сили тиску;

$a_{\text{щ}}$ – кут нахилу робочої поверхні копіра до горизонту;

φ – кут, що характеризує тертя;

$[P_B]$ – максимально допустима сила, за якої не спостерігається вивертання коренеплоду із ґрунту.

У ході експериментів, проведених Зуєвим М.М., з вивчення процесу безкопінного зрізування головок коренеплодів цукрових буряків, визначено кількість втрат цукроносної маси та обсяг залишків гички на коренеплоді при встановленні ножа ріжучого апарата на висотах 10–50 мм від поверхні ґрунту з кроком 10 мм [13]. Автором також проаналізовано розподіл висоти розміщення головок буряків відносно поверхні поля.

Методика встановлення граничних параметрів дискового ножа для зрізу гички, запропонована В.Я. Аніловичем та І.П. Сичовим [4], базується на побудові номограм, за допомогою якої можна визначити оптимальні параметри ножа товщину ріжучої кромки та кут її заточування. Дослідженнями підтверджено, що фаска, розташована знизу, покращує якість обрізування коренеплодів.

Величину, що характеризує процес різання з ковзанням обґрунтовано Горячкіним В.П. Згідно його досліджень коефіцієнт різання з ковзанням дорівнює:

$$\varepsilon = \frac{V_t}{V_n},$$

де V_t – тангенціальна швидкість ножа;

V_n – нормальна швидкість ножа.

У дослідженнях Желіговського В.А. на основі експериментальних даних визначено взаємозв'язок між нормальним тиском леза на матеріал P_n та тангенціальною силою P_t , що забезпечує виникнення нормальних S_n і тангенціальних S_t переміщень леза відносно оброблюваного матеріалу. В результаті проведених експериментів встановлено, що зі зменшенням сили нормального тиску P_n сила різання P_t збільшується настільки, що рівнодійна R залишається сталою величиною.

$$R = \sqrt{P_n^2} + P_t^2 \approx const.$$

Згідно з класифікацією В.А. Желіговського, усі процеси різання можна умовно поділити на три типи:

1. Різання, що відбувається під дією лише нормального тиску P_{nmax} без урахування дотичної складової P_t і поздовжнього переміщення S_t .
2. Різання, при якому на матеріал впливають дотична сила P_t та поздовжнє переміщення S_t , але ковзання не виникає. Таке можливе, якщо кут α між напрямом руху леза і нормаллю до його поверхні менший або дорівнює куту тертя φ .
3. Різання при дії сили P_t та ковзання, при умові, що кут $\alpha > \varphi$.

М.Є. Резнік вивчав механізм різання пружно-в'язких рослинних матеріалів ріжучим клином односторонньої форми. Перед розділенням матеріал зазнає стиснення під дією леза до моменту появи граничного контактного напруження δ_p др. Виникнення цього стану обумовлене дією зусилля $P_{кр}$, яке повинно подолати внутрішні опори матеріалу різного походження (рис. 2.13).

Критична сила різання $P_{кр}$, прикладена до ножа дорівнює

$$P_{кр} = P_{рез} + P_{сж} + T_1 + T_2',$$

де $P_{рез}$ – опір руйнуванню матеріалу під кромкою леза;

$P_{сж}$ – опір шару стиснення фаскою леза;

T_1 – сила тертя (направлена вертикально вгору);

T_2' – сила тертя, направлена під кутом β нахилу фаски.

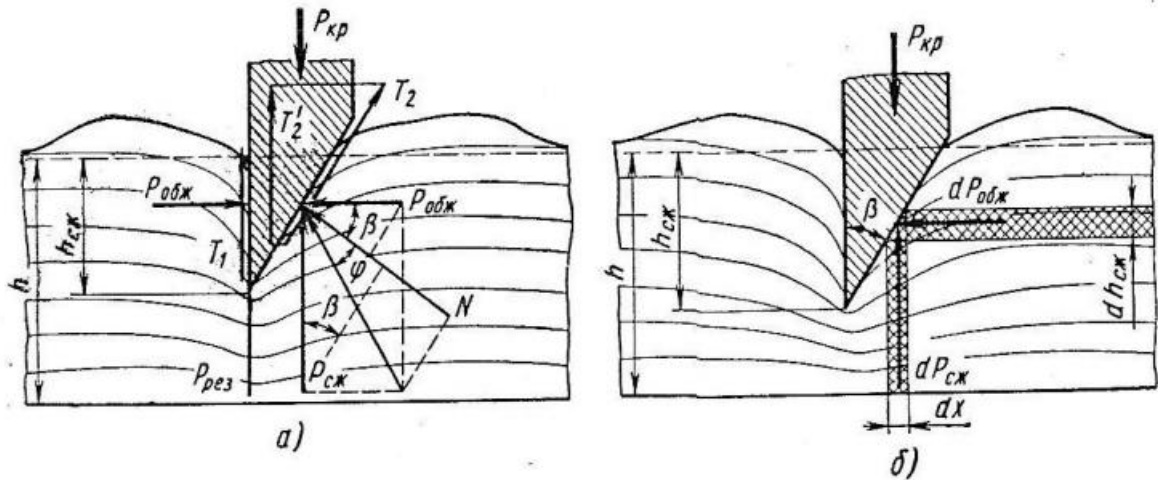


Рис. 1.12. Силовa взаємодія леза з матеріалом:

а) опір, який виникає при входженні леза в матеріал; б) схема для визначення зусиль обтиснення матеріалом $P_{обж}$ та сили опору шару стисненню фаскою леза $P_{сж}$

Підставивши значення усіх сил, що діють проти сили $P_{кр}$, М.Є. Резник отримав формулу для леза довжиною $\Delta l = 1$.

$$P_{кр} = \delta \sigma_p + \frac{E}{2} \cdot \frac{h_{сж}^2}{h} [tg\beta + f \sin^2 \beta + \mu(f + \cos^2 \beta)],$$

де δ – товщина леза;

σ_p – руйнуюче контактне напруження;

E – модуль деформації матеріалу;

$h_{сж}$ – величина проникнення леза в шар матеріалу;

h – товщина шару матеріалу;

β – кут нахилу фаски леза;

f – коефіцієнт тертя матеріалу з лезом;

μ – коефіцієнт Пуассона.

Аналіз існуючих методик розрахунку процесів дообрізування головок коренеплодів від залишків гички показує, що вони недостатньо враховують

особливості проведення цих операцій. Тому постає завдання розробити та перевірити більш досконалі математичні моделі взаємодії гичкозрізувального робочого органу з цукровими буряками.

2.4. Розрахунок показників операційно-технологічної карти вирощування буряків

Щоб правильно організувати виробництво сільськогосподарської продукції слід детально за операціями продумати технологію. При розробці технології необхідно ретельно вивчити умови виробництва, існуючі способи механізації робіт.

Найменування операції заносимо операції технології, що виконуються в певній нами послідовності. При цьому перелік виконуваних операцій розроблений з урахуванням передового досвіду, зональної технологічної карти і умов господарства.

Обсяг робіт в фізичних одиницях — заносимо обсяг робіт, який виконується при проведенні тієї чи іншої операції в га, т, т·км і т.д.

При розробці технології обробітку кормових буряків виконано підбір засобів механізації для усунення недоліків існуючої технології. При цьому пропонуються такі зміни в існуючу технологію [16]:

- підібрати нові сорти кормових буряків з високою врожайністю;
- підібрати кращого попередника, що дає можливість здійснювати якісну осінню обробку і заправку ґрунту добривами;
- запропонувати спосіб більш якісної підготовки ґрунту з використанням розробленого ґрунтообробного знаряддя;
- розробити і запровадити в використання конструкція зубного розпушувача.
- розробити і обґрунтувати система добрив;
- підібрати раціональний склад машинно-тракторних агрегатів для кожної операції.

Повний перелік операцій і використовуваних сільськогосподарських машин для їх виконання наведено в технологічній карті.

Календарні строки виконання робіт прийняли, виходячи з існуючого досвіду передових підприємств України та зональної технологічної карти.

Змінну норму виробітку визначали виходячи з продуктивності агрегатів за годину змінного часу і довідника по нормуванню ручних робіт в рослинництві [12]

Кількість нормозмін в обсязі робіт:

$$n_{зм} = \frac{\Omega}{W_{зм}}$$

де $n_{зм}$ – кількість нормо-змін в загальному обсязі робіт на даній операції;

Ω – обсяг робіт у фізичному вираженні, га, т, т·км;

$W_{зм}$ – змінна норма виробітку в фізичному вираженні, га, т, км.

Обсяг робіт в умовних еталонних гектарах:

$$\Omega_{у.е.} = n_{зм} \cdot \kappa_q \cdot T_{зм}$$

де $\Omega_{у.е.}$ – обсяг робіт на даній операції в у. е. га;

κ_q – годинна еталонна вироблення трактора, у. е. га;

$T_{зм}$ – тривалість зміни, год.

Кількість осіб необхідних на виконання змінної норми визначили виходячи з кількості людей, одночасно обслуговують агрегат, якщо робота механізована.

Витрати праці механізаторів, допоміжних робітників на весь обсяг робіт:

$$T = n_{год} \cdot T_{зм} \cdot n_{зм}$$

де T – затрати праці механізаторів і допоміжних робітників у всьому обсязі операції, чол-год;

$n_{зм}$ – число осіб, що одночасно виконують операцію.

Витрата палива і мастильних матеріалів витрачаються різними агрегатами при виконанні ними роботи в 1 у е га визначили з [17].

Загальний обсяг палива і мастильних матеріалів при виконанні кожної операції:

$$V_{ПММ} = \frac{Q_{ПММ} \cdot \Omega_{у.е.}}{100}$$

де $V_{ПММ}$ – обсяг палива і мастильних матеріалів у фізичному вираженні, необхідний для конкретної роботи, ц;

$\Omega_{у.е.}$ – витрата ПММ конкретним трактором при виконанні роботи в 1 у.е.га.

Проведемо розробку операційно-технологічної карти. При міжрядному обробку буряка ставляться такі вимоги: [17].

Допустима швидкість руху агрегату – 4...6 км/год.

Ширина захисної зони в залежності від виду культур, розвитку рослин і стану ґрунту змінюється в межах 4...15 см. Відхилення від заданої ширини захисної зони допускається не більше ± 2 см [11].

Розпушування міжрядь доцільно поєднувати з одночасною підгодівлею рослин добривами. Добрива при підгодівлі вносять рівномірно в усі рядки з відхиленням по масі не більше $\pm 8\%$ на глибину від 5 до 16 см і збоку від рядка на відстані 10...15 см, в залежності від розвитку рослин відхилення від заданої глибини допускається в межах ± 2 см.

Число обробок має бути таким, щоб забезпечити утримання ґрунту в рихлому і чистому від бур'янів стані.

При міжрядній обробці глибина розпушування не повинна відхилятися від заданої більш ніж на 1 см.

Огріхи і пропуски при культивуванні не допускаються.

Комплектування і підготовка агрегату до роботи. Перед початком роботи оглядають машину і перевіряють наявність та кріплення всіх вузлів. Змащують підшипники згідно карти мащення. Регулюють глибину обробітку. Перевіряють покриття робочих органів.

Трактор Т-70С із культиватором УСМК-5,4 може працювати на 2-й та 3-й передачах при $V_p = 6 \dots 9$ км/год [13].

Визначаємо питомий тяговий опір сільськогосподарської машини для 3-й передачі:

$$K_M = K_0 \cdot [1 + \Pi \cdot (V_p - V_0)] \text{ [кН / м]},$$

де K_0 - питомий тяговий опір машини при швидкості $V = 5$ км/год.

Для дискової борони $K_0 = 0.7 \dots 2.3$ кН/м. Приймаємо $K_0 = 2$ кН/м [9];

V_p – робоча швидкість, яка складає 8,2 км/год на 3-й передачі [15];

V_0 – початкова швидкість, яка складає $V_0 = 5$ км/год [10];

Π – приріст питомого опору агрегату при збільшенні робочої швидкості на 1 км/год, % - $\Pi = 4 \dots 6$ %. Приймаємо $\Pi = 5\%$ [9].

$$K_M = 2 \cdot [1 + 0,05 \cdot (8,2 - 5)] = 2,16 \text{ (кН / м)}$$

Визначаємо максимально можливу ширину захвату:

$$B_{\max} = \frac{P_{\text{тяг}}}{K_M + g_M \cdot \left(\lambda \cdot f_{mp} + \frac{i}{100} \right)} \text{ [м]}$$

де $P_{\text{тяг}}$ – тягова сила на гаку, кН;

g_M – вага агрегату, що припадає на 1 м ширини захвату, кН/м;

i – похил місцевості, $i = 3\%$.

λ – коеф. довантаження трактора – (1.1-1.5). Приймаємо $\lambda = 1.3$

$$g_M = \frac{G_M}{B_K} \text{ [кН / м]}$$

де B_K – конструктивна ширина захвату, $B_K = 5,4$;

G_M – вага машини, 44,3 кН [15];

$$g_M = \frac{44,3}{5,4} = 8,2 \text{ (кН / м)}$$

Сила тяги на гаку:

$$P_{\text{тяг}} = P_{\text{руш}} - P_f - P_a \text{ [кН]},$$

де $P_{\text{руш}}$ – рушійна сила, кН;

P_f – сила опору перекочування трактору, кН;

P_a – сила опору підйому, кН.

Рушійну силу $P_{руш}$ знаходять порівнянням числових значень номінальної дотичної сили P_d і номінальної сили зчеплення P_3 (на передачах з урахуванням умов ґрунту). Рушійна сила $P_{руш}$ дорівнює меншій з них:

$$P_d \geq P_{руш} \leq P_3$$

Дотична сила:

$$P_{дот} = \frac{10 \cdot N_e \cdot i_{mp} \cdot \eta_m}{n_n \cdot r_k} \quad [кН],$$

де N_e – номінальна потужність двигуна трактора, яка складає

$$N_e = 51,5 \text{ кВт}$$

n_n – номінальна частота обертання колінчастого вала, яка складає $n_n = 2100$ об/хв. [15];

r_k – радіус перекочування, м;

$i_{дд}$ – передаточне число трансмісії, $i_{mp} = 56,4$ [15];

η_m – механічний коефіцієнт трансмісії, $\eta_m = 0,91 \dots 0,92$ [10].

$$r_k = r_o + h \cdot \lambda \quad [м],$$

де $r_{зірочки}$ – $= 0,326$ м [15];

Отже,

$$P_{дот} = \frac{10 \cdot 51,5 \cdot 0,92 \cdot 56,4}{2100 \cdot 0,326} = 39 \text{ (кН)}$$

Сила зчеплення:

$$P_3 = \mu \cdot G_3 \quad [кН],$$

де μ – коефіцієнт зчеплення ведучого механізму з ґрунтом, $\mu = 0,7 \dots 0,8$;

G_3 – вага трактора, $G_3 = 44,3$ кН.

$$P_3 = 0,7 \cdot 44,3 = 31 \text{ (кН)}$$

Отже,

$$P_{дот} = 39 \text{ (кН)} \geq P_3 = 31 \text{ (кН)}$$

$$P_{руш} = P_{зчеплення} = 31 \text{ (кН)}$$

Сила опору перекочування трактора:

$$P_f = f_{mp} \cdot G_{mp} \quad [кН],$$

де f_{mp} - коефіцієнт опору перекошування трактора. Для стерні цей коефіцієнт дорівнює $f_{mp} = 0,06 \dots 0,08$;

G_{mp} - вага трактора, $G_{mp} = 44,3$ кН.

$$P_f = 0,06 \cdot 44,3 = 2,658 \text{ (кН)}$$

Сила опору руху на підйом:

$$P_\alpha = G \cdot \sin \alpha = G \cdot \frac{i}{100} \text{ [кН]},$$

де G – вага трактора, $G=44,3$ кН [15];

i - величина схилу, $i=3\%$.

$$P_\alpha = 44,3 \cdot \frac{3}{100} = 1,33 \text{ (кН)}$$

Робоча швидкість руху:

$$V_p = 0,377 \cdot \frac{n_n \cdot r_k}{i_{mp}} \left(1 - \frac{\delta}{100} \right) \text{ [км / год]},$$

де δ - коефіцієнт буксування, приймаємо $\delta = 6\%$ [15]

$$V_p = 0,377 \cdot \frac{2100 \cdot 0,326}{56,4} \left(1 - \frac{6}{100} \right) = 8,6 \text{ (км / год)}$$

Отже,

$$B_{\max} = \frac{27}{2,16 + 8,2 \cdot (1,3 \cdot 0,06 + \frac{3}{100})} = 9 \text{ (м)}$$

Визначаємо кількість машин:

$$n = \frac{B_{\max}}{B_k} = \frac{9}{5,4} = 1,66$$

Визначаємо тяговий опір одномашинного причіпного агрегату:

$$R_a = B_k \cdot K_M + G_M \left(\lambda \cdot f_{mp} + \frac{i}{100} \right) \text{ [кН]}$$

$$R_a = 5,4 \cdot 2,16 + 44,3 \left(1,3 \cdot 0,06 + \frac{3}{100} \right) = 16,5 \text{ (кН)}$$

Визначаємо тягову потужність агрегату:

$$N_T = \frac{R_a \cdot V_p}{3,6} \text{ [кВт]}$$

$$N_T = \frac{16,5 \cdot 8,6}{3,6} = 40 \text{ (кВт)}$$

Визначаємо тяговий коефіцієнт корисної дії:

$$\eta_{\text{тяг}}^{\text{ККД}} = \frac{N_T}{N_e}$$

$$\eta_{\text{тяг}}^{\text{ККД}} = \frac{40}{51,5} = 0,765$$

Підготовка поля до роботи. Очистити поле від перешкод, які можуть погіршити якість виконання робіт, знизити продуктивність агрегату, та створювати аварійні ситуації. Визначити послідовність обробітку поворотних смуг, та основного масиву поля [8].

Якість виконання технологічних операцій суттєво залежить від способу руху. Тому для дискування приймаємо човниковий спосіб руху (рис 3.6).

Визначаємо радіус повороту:

$$\rho = 0,9 \cdot B_p [\text{м}],$$

де B_p – робоча ширина захвату машини, $B_p = 5,4$ м [14].

$$\rho = 0,9 \cdot 5,4 = 4,86 \text{ м}$$

Кінематичну довжину агрегату визначаємо із залежності:

$$L_k = l_T + l_M [\text{м}],$$

де l_T , кінематична довжина трактора, $l_T = 1,85$ м;

l_M – кінематична довжина машини, $l_M = 1,45$ м.

Отже, кінематична довжина агрегату буде рівна:

$$L_k = 1,85 + 1,45 = 3,3 \text{ м}$$

Довжина виїзду агрегату:

$$e = (0,1 \dots 0,2) L_k = 0,15 \cdot L_k [\text{м}],$$

$$e = 0,15 \cdot 3,3 = 0,5 \text{ м}$$

Визначимо розрахункову та фактичну ширину поворотної смуги.

У нашому випадку приймаємо петльовий поворот (рис. 3.9) [10].

Отже, робоча ширина поворотної смуги:

$$E_p = 3 \cdot \rho + e [\text{м}]$$

$$E_p = 3 \cdot 4,86 + 0,5 = 15,1 \text{ м}$$

Фактичне значення ширини поворотної смуги визначається із умови:

$$E_{\phi} = n \cdot B_p > E_p [\text{м}],$$

де n - коефіцієнт кратності ($n = 1, 2, 3, \dots$)

$$E_{\phi} = 4 \cdot 5,4 = 21,6 \text{ м} > 15,1 \text{ м}.$$

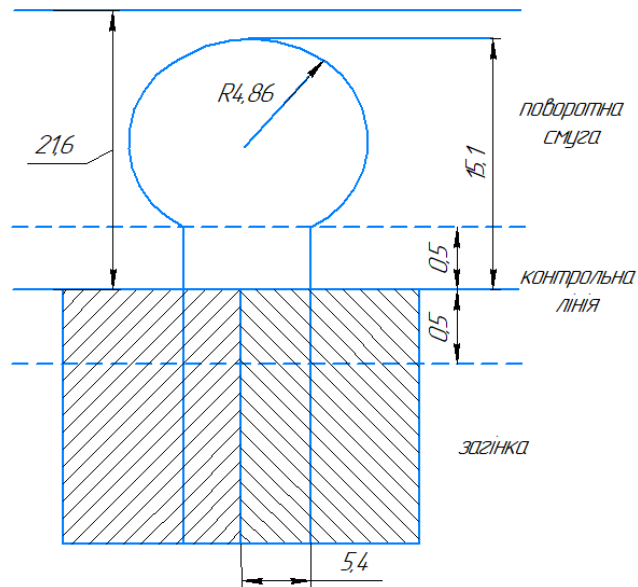


Схема повороту агрегату

Визначаємо довжину робочого ходу агрегату:

$$L_p = L_d - 2E_{\phi} [\text{м}],$$

де L_d – довжина гону, $L_d = 1000 \text{ м}$.

$$L_p = 1000 - 2 \cdot 21,6 = 956,8 (\text{м})$$

Визначаємо оптимальну ширину загінки:

$$C_{\text{опт}} = \sqrt{16 \cdot \rho^2 + 2L_p \cdot B_p} [\text{м}]$$

$$C_{\text{опт}} = \sqrt{16 \cdot 4,86^2 + 2 \cdot 956,8 \cdot 5,4} = 103,5 \text{ м}$$

Фактичне значення ширини загінки уточнюємо за формулою:

$$C_{\phi} = n \cdot 2 \cdot B_p > C_{\text{опт}} [\text{м}],$$

де n – коефіцієнт кратності ($n = 1, 2, 3, \dots$)

$$C_{\phi} = 10 \cdot 2 \cdot 5,4 = 108 \text{ м} > 103 \text{ м}$$

Визначаємо коефіцієнт робочих ходів:

$$\varphi = \frac{S_p}{S_p + S_x},$$

де S_p – сумарна довжина робочих ходів, м;

S_x – сумарна довжина холостих ходів, м.

Сумарна довжина робочих ходів:

$$S_p = \frac{L_d \cdot C_\phi}{B_p}$$

$$S_p = \frac{1000 \cdot 103}{5,4} = 19074 \text{ м.}$$

Сумарна довжина холостих ходів:

$$S_x = \frac{L_x \cdot (C_\phi + 2E_\phi)}{B_p}$$

де L_x - довжина холостого ходу за один прохід агрегату:

$$L_x = 6\rho + 2e$$

$$L_x = 6 \cdot 4,86 + 2 \cdot 0,5 = 30,16 \text{ м}$$

Тоді:

$$S_x = \frac{30,16 \cdot (103 + 2 \cdot 21,6)}{5,4} = 816,55 \text{ м}$$

Коефіцієнт робочих ходів буде рівний:

$$\varphi = \frac{19074}{19074 + 816,55} = 0,95$$

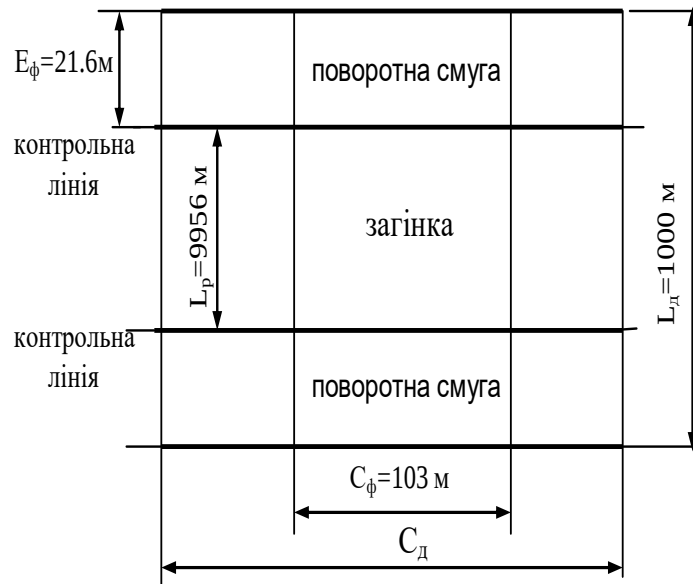


Схема робочої ділянки

Якість роботи перевіряють по значенням показників, наведених у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Оцінка і контроль якості виконання технологічної операції міжрядного обробітку

Показник	Норматив	Бал	Метод визначення
Відхилення від заданої глибини обробки	Відсутнє Не більше допустимого Більш допустимого	1 2 3	Замір глибини в трьох місцях по діагоналі на всю ширину захвату агрегату
Відхилення від заданої рівності дна розпушена шару, см	Відсутнє Не більше 2 Більше 2	1 2 3	Так само
Гребенястість поверхні (висота гребенів)	Не більше 2-3 см Більше 3	1 2 3	Так само
Підрізання бур'янів в міжряддях	Підрізані повністю Не більше одного на 50 м ² Більше одного на 50 м ²	1 2 3	Підрахунок в чотирьох місцях по діагоналі по довжині в 20 м до повсій ширині захоплення
Ступінь пошкодження культурних рослин %	Не більше 1 1-3 Більше 3	1 2 3	Так само
Відхилення від заданої ширини захисної зони, см	Відсутнє Не більше 2 Більше 2	1 2 3	Замір в 4-5 місцях по діаноналі на всю ширину захвату агрегату
Вивертання брил і нижчих шарів ґрунту на поверхню	Відсутнє Брил нема, вивертання місцями Є брили, вивертання чисте	1 2 3	Огляд поля по діагоналі
Огріхи і пропуски	Відсутні Поодинокі Часті	1 2 3	Огляд поля по діагоналі і краях
При одночасної підгодівлі додатково визначається			
Відхилення від заданої норми внесення добрив, %	Відсутнє Не більше 5 Більше 5	1 2 3	Визначення витрати добрив на дану площу

Організація роботи агрегату у загінці. Виводять агрегат на загінку, вибирають швидкісний режим руху агрегату. На першому проході агрегату, проїхавши 30-40 м, потрібно зупинити агрегат, та перевірити якість виконання операції. У випадку недостатнього загортання, потрібно відрегулювати кут атаки на більшу глибину загортання [14].

Періодично, при необхідності очищують робочі органи, від налипання ґрунту та рослинних решток.

Після завершення роботи чистять робочі органи від ґрунту та рослинних залишків [11].

Наявність огріхів і пропусків, вивертання брил і нижніх вологих шарів ґрунту на поверхню встановлюють шляхом огляду поля при проходженні по діагоналі і по краях. Огріхи обробляють додатково.

Висновки до розділу II

У розділі було проведено технічне обґрунтування технологічних способів обрізання гички цукрових буряків із застосуванням сучасних машин. Аналіз показав, що ефективність процесу значною мірою залежить від конструкційних особливостей робочих органів, параметрів налаштування машин і технологічної схеми роботи агрегату.

У результаті вивчення конструкцій та принципів роботи викопувальних робочих органів бурякозбиральних машин встановлено, що ефективність процесу викопування коренеплодів значною мірою залежить від правильного вибору типу робочого органа, його кінематичних параметрів та узгодженості з іншими елементами збиральної машини.

Розглянуто процес взаємодії робочих частин машин для збирання гички з коренеплодами цукрових буряків. Аналіз показав, що ефективність відокремлення гички значною мірою залежить від конструктивних параметрів робочих органів, швидкісних режимів їх руху та фізико-механічних властивостей сировини.

РОЗДІЛ ІІІ РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ

3.1 Аналіз будови та принципу дії робочих елементів коренезбирального копача.

Для визначення найбільш ефективного напрямку вдосконалення конструкції копача цукрових буряків проведено патентний аналіз науково-технічних джерел та патентної документації.

З метою зменшення тягового опору пасивного диска та підвищення ефективності кришення ґрунту було запропоновано конструкцію копача коренеплодів (рис. 3.1–3.3) [11], що включає два диски — активний 1 і пасивний 2, оснащені напівосями 3 і 4, а також редуктор 5, який забезпечує обертання активного диска 1.

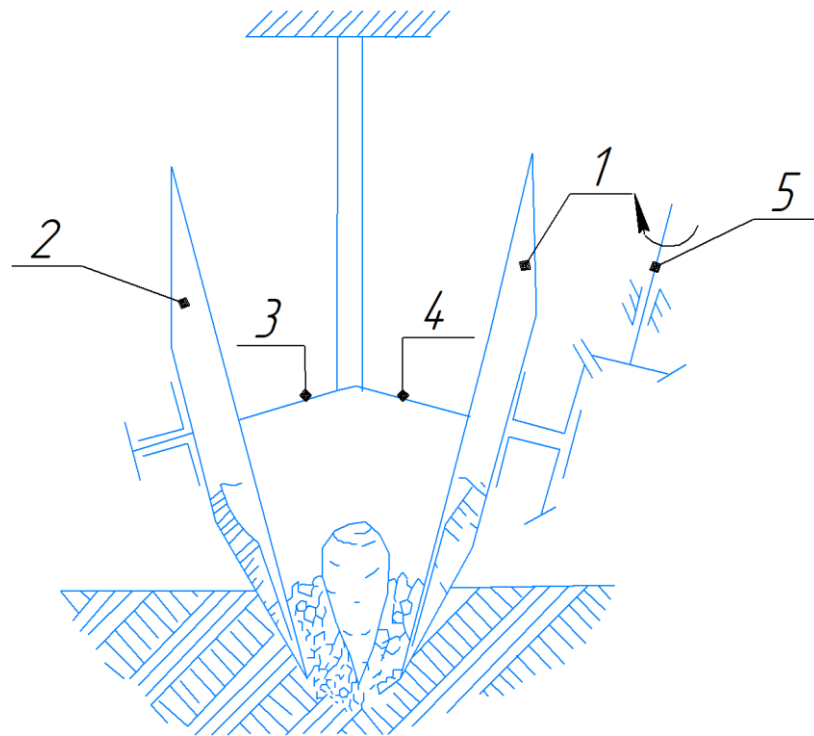


Рис. 3.1. Загальний вигляд копача коренеплодів спереду.

Кожен диск складається з маточини 6 та обода 7, з'єднаних між собою циклоїдальними спицями 8. Поздовжній профіль спиць має форму

циклоїдальної кривої 9, причому для активного та пасивного дисків ця форма відрізняється.

Поперечний переріз спиці запропоновано виконати симетричним. Ввігнуту конфігурацію лівої частини кривої АВ поперечного перерізу доцільно відтворити і з правого боку ДЕ. У центральній зоні перерізу спиця має випуклу форму, що відповідає кривій ВСД.

Робота копача відбувається таким чином: у робочому положенні диски 1 і 2 обертаються з різними кутовими швидкостями, внаслідок чого по-різному впливають на шар ґрунту з коренеплодами, що підрізається. Заглиблення диска здійснюється по траєкторії, яка відповідає кривій 11–10 (рис. 3.2).

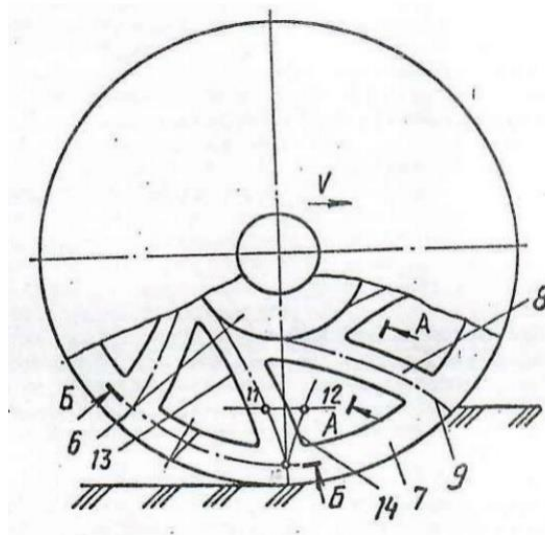


Рис. 3.2. Схема визначення геометричної форми робочої поверхні спиці пасивного диска.

Виглиблення спиці здійснюється за траєкторією, що проходить по кривій 10–12. У процесі заглиблення спиця взаємодіє з ґрунтом передньою кромкою 13, а під час виходу з нього задньою кромкою 14. Надання поперечному перерізу спиці ввігнуто-випуклої форми зумовлює чергування стискання та розтягування ґрунту: на ввігнутих ділянках АВ і ДЕ відбувається стискання, а на випуклій ділянці ВСД розтягування, що сприяє інтенсивнішому подрібненню ґрунту.

Задня кромка спиці розташована з тильного боку диска і, враховуючи кут розвалу дисків у вертикальній та горизонтальній площинах, безпосередньо на ґрунт не впливає. Завдяки постійній зміні положення площин дії дисків, формованій поверхнею спиць, їх переміщенню та створенню пульсуючого навантаження, досягається активне розпушування ґрунту між спицями.

У результаті навіть за умов підвищеної твердості ґрунту забезпечується ефективне відокремлення коренеплодів.

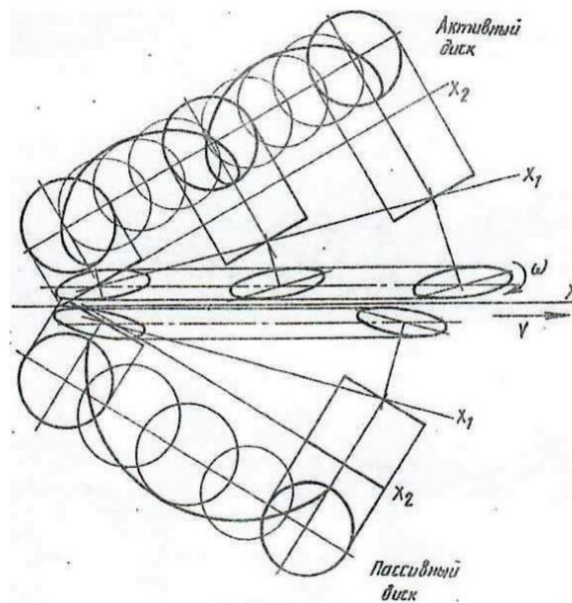


Рис. 3.3. Траєкторії руху точок активного та пасивного дисків.

З метою підвищення ефективності процесу викопування коренеплодів та забезпечення технологічної надійності роботи пристрою в умовах щільних і пересушених ґрунтів було розроблено конструктивну схему викопувального пристрою [12].

Він складається з установлених під певним кутом один до одного приводного диска 1 (рис. 3.4, 3.5) із циклоїдальними спицями 2, що мають випуклу поверхню у напрямку руху агрегату, та пасивного диска 3 з криволінійними спицями 4, поверхня яких є увігнутою у напрямку руху. При цьому ділянки ободів 5 між спицями кожного з дисків виконані з увігнуто-випуклою формою відносно їх центра.

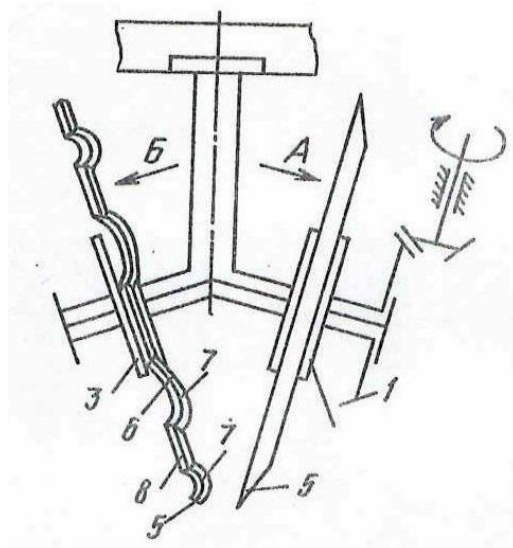


Рис. 3.4. Фронтальна проекція пристрою для піднімання коренеплодів.

Спиці 4 пасивного диска виконані у вигляді прутків (рис.3.5), скручених по спіралі Архімеда, із радіальними виступами 6 на поверхні спиць. Кромки виступів 6 сформовані перетином конічних поверхонь, направляючі 7 яких вигнуті в напрямку привідного диска та розміщені на кожній випуклій частині обода. Увігнуті ділянки обода спрямовані до центру та мають форму двосторонньо загострених криволінійних ножів 8.

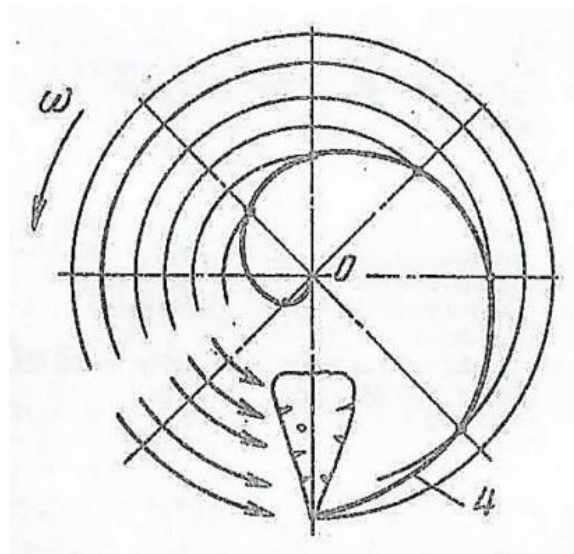


Рис. 3.5. Схематичне зображення дії спиці на коренеплід.

Поперечний переріз прутків спиць може мати багатокутну форму з вершиною, спрямованою до обода диска.

Таке виконання спиць 4 пасивного диска 3 у вигляді багатограних спіралеподібних прутків дозволяє підвищити ефективність поздовжнього та поперечного обжимання ґрунту й руйнування його разом із коренеплодами на повну глибину.

Викопуючий робочий орган відомої конструкції включає диски 1 (рис. 3.6), встановлені під взаємним кутом. Кожний диск складається з маточини 2 та обода 3, з'єднаних між собою спицями 4, і закріплюється на рамі 6 машини через стояк 5. По колу обода 3 з боку робочої частини розташовані гвинтові виступи 7, орієнтовані випуклою стороною в напрямку руху.

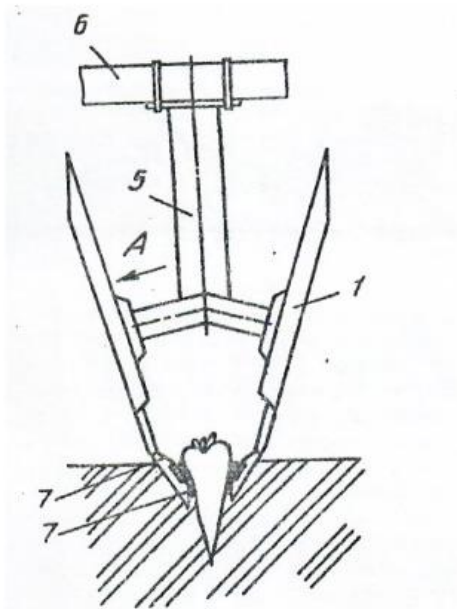


Рис. 3.6. Принципова схема викопуючого механізму.

Диски 1 під час обертання у напрямку руху машини виконують підйом коренеплодів з ґрунту. При врізанні дисків у ґрунт гвинтові виступи 7 забезпечують вертикальне переміщення ґрунту та коренеплодів, що сприяє підкопуванню і мінімізує пошкодження хвостової частини.

Для зменшення травмування коренеплодів запропоновано конструкцію дискового копача, що включає раму 1 (рис. 3.7) з закріпленим стояком 2, який містить дві осі 3 із розташованими під кутом викопуючими дисками 4.

3.2 Обґрунтування модернізації конструкції копача

При технології роздільного збирання коренеплодів цукрових буряків спочатку проводиться зрізання гички гичкозбиральними машинами. Різальний механізм налаштовується так, щоб мінімізувати залишки гички на коренеплодах. Водночас нерівномірне розташування верхівок коренеплодів відносно ґрунту не дозволяє забезпечити повністю рівномірний зріз. Низький зріз призводить до втрати частини цукроносної маси, тоді як високий залишає на окремих коренеплодах гичку, що забруднює ворох.

Для додаткового видалення залишків гички застосовують різні доочишувачі, що підвищує якість, але збільшує експлуатаційні витрати.

З метою оптимізації процесу очищення та зменшення витрат пропонується вдосконалення конструкції дискового копача, створене на основі відомого технічного рішення [15]. Копач оснащений стояком 1 (рис. 3.8) з напівосями, на яких встановлені викопуючі диски 2 і 3, розташовані під кутом один до одного.

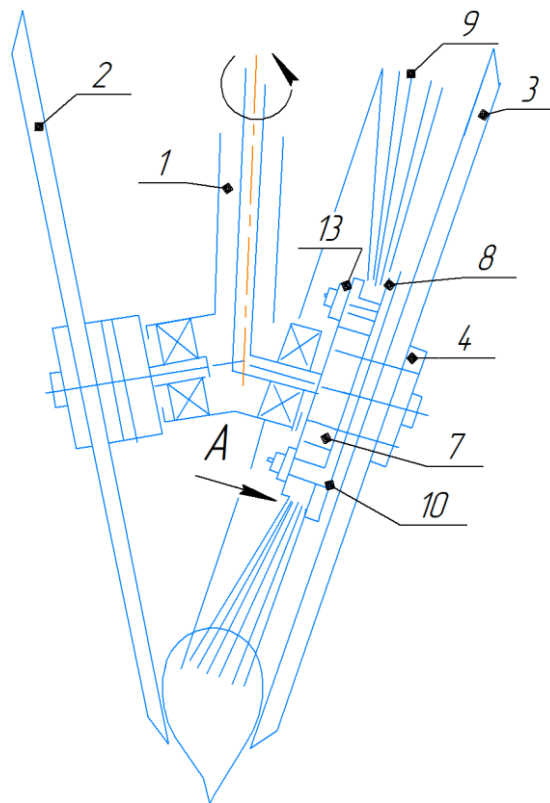


Рис. 3.8. Дисковий копач у передньому ракурсі.

Диск 2 виконано пасивним і вільно розташованим на власній напівосі, тоді як диск 3 є активним і приводним. Кожен із викопуючих дисків 2 і 3 складається з маточини 4, з'єднаної з ободом 5 за допомогою спиць 6. Між спицями передбачені отвори, що забезпечують сепарацію домішок та часток ґрунту. На приводному диску 3 між маточиною 4 та маточиною 7, закріпленою на напівосі, встановлено додатковий диск 8 з еластичними очисними елементами 9. По колу диска 8 розташовані пальці 10 з верхньою різьбою, а скоби 11 охоплюють профіль пальців. Еластичні очисні елементи 9 розміщені між пальцями та скобами, повторюючи їх профіль, і закріплені на диску 8 за допомогою шайби 12 та гайки 13.

Копач працює таким чином: під час руху машини відбувається підрізання шару ґрунту з коренеплодами, які защемлюються між робочими поверхнями дисків 2 і 3.

Завдяки приводному диску створюється різниця швидкостей обертання між дисками, що забезпечує взаємодію еластичних очисних елементів 9 з поверхнею головок коренеплодів. Це сприяє додатковому очищенню від залишків гички під час викопування. Така конструкція дозволяє підвищити якість збирання коренеплодів без використання додаткових доочисних агрегатів.

3.3 Визначення та обґрунтування параметрів робочого органу

На рисунку 3.9 представлено конструкцію робочого органу. Кожен елемент цієї конструкції має форму, що оптимально відповідає взаємодії з ґрунтом. З урахуванням характеристик ґрунту, наведених у таблиці, встановлюємо значення кутів внутрішнього та зовнішнього тертя. У нашому випадку кут зовнішнього тертя становить $\varphi_1 = 22^\circ$.

$\varphi_2 = 70^\circ$ – кут внутрішнього тертя.

Основні кути і розміри в диску:

α_p – кут різання ґрунту робочим органом,

$$\alpha_p \geq 45 - \frac{\varphi_2}{2} = 45 - \frac{30}{2} = 30^\circ$$

Q – кут потиличний; $Q = 10^\circ$.

$$\gamma = \alpha_p - Q = 30 - 10 = 20^\circ$$

γ – кут зрушення. $\gamma = 20^\circ$ $\gamma \geq \varphi_2$

b – ширина крихти робочого органу, що ріже, $b = 70$ мм

a – глибина обробки, $a = 200$ мм;

h – висота падіння шару з крила, $h = 14$ мм.

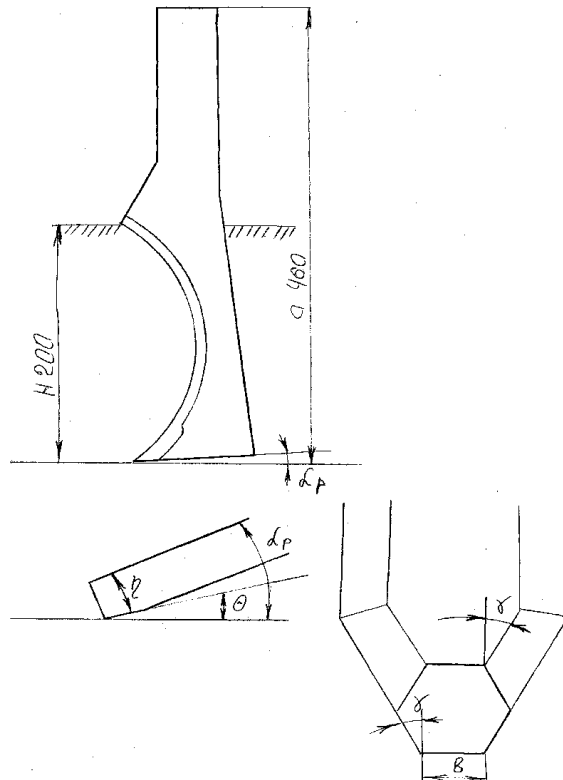


Рис. 3.9. Будова робочого органу.

Для визначення сил, що чинять опір руху елемента, використовують наступну формулу:

$$P_p = K_p \times a$$

Де K_p – коефіцієнт різання ґрунту;

B – ширина робочого органу;

a – глибина обробки.

Сила, що протидіє руху робочого органу, визначається опором ґрунту при його зрізанні долотом. Коефіцієнт зрізу розраховується за наступною формулою:

$$K_p = \frac{C}{B} \operatorname{ctg} \varphi_2 \left(B + \frac{\alpha}{\cos \varphi_2} \right) + 0,33 \cdot \alpha^3 \cdot \operatorname{tg}^2 \left(45 - \frac{\varphi_2}{2} \right) * \gamma \frac{1}{\sin \alpha_p} (1 + \operatorname{tg} \varphi_1);$$

де $C = 2000$ Па – питомий опір ґрунту;

$B = 70$ мм – ширина робочого опору;

$\varphi_2 = 70^\circ$ мм – кут тертя (внутрішнього);

$\alpha = 200$ мм – глибина обробітку;

$\gamma = 1600$ Н/м³ – питома маса ґрунту;

$\alpha_p = 70^\circ$ – кут різання ґрунту робочим органом;

$\varphi_1 = 22^\circ$ – кут тертя (зовнішнього);

$$K_p = \frac{2000}{0,3} \operatorname{ctg} 30 \left(0,3 + \frac{0,2}{\cos 30} \right) + 0,33 \cdot 0,2^3 \cdot \operatorname{tg}^2 \left(45 - \frac{30}{2} \right) * \\ * 1600 \frac{1}{\sin 30} (1 + \operatorname{tg} 22) = 23026 + 1156 = 24,1 \text{ кН}$$

$$P_p = K_p \times B \times \alpha = 24,1 \times 0,03 \times 0,2 = 0,14 \text{ кН}$$

Опорна сила, що виникає при підйомі ґрунту вздовж робочого органу:

$$P_{\text{вв}} = N \times \operatorname{tg} \varphi, \cos \alpha_p$$

де $B = 0,03$ м; $\alpha = 0,02$ м; $\varphi_2 = 70^\circ$; $\gamma = 1600$ Н/м³,

Тоді $N = 0,5 \times 0,03 \times 0,02^2 \operatorname{tg}^2 \left(45 - \frac{70}{2} \right) \times 1600 = 81 \text{ Н}$

$$N = 0,5 \cdot B \cdot \alpha^2 \cdot \operatorname{tg}^2 \left(45 - \frac{\varphi_2}{2} \right) \gamma;$$

де N – сила нормального тиску

$$\varphi_1 = 22^\circ, \alpha_p = 70^\circ$$

$$P_{\text{вв}} = N \times \operatorname{tg} \varphi_1 * \cos \alpha_p = 81 * \operatorname{tg} 22 * \cos 30 = 0,015 \text{ кН}$$

Зрізання здійснюється із застосуванням похилих дисків. У зв'язку з тим, що диски розташовані під певним кутом нахилу, під час визначення опору зрізанню необхідно враховувати коефіцієнт ковзання. З урахуванням цього розрахункова формула матиме такий вигляд:

$$P_p = K_p \times \alpha \times v(1 - i)$$

де $K_p = 24,1$ кН ; $\alpha = 0,2$ м; $v = 0.16$ м – горизонтальний розмір проекції похилого диска, $i = 0,2$ – коефіцієнт ковзання;

$$\text{тоді } P_p = 24,1 \times 0,2 \times 0.16(1 - 0,2) = 0,3 \text{ кН.}$$

Обчислюємо опір тертя похилих дисків:

$$P_{\text{тр}} = N * \operatorname{tg} \varphi_1 * 0,5 * b * \cos \varphi * H^2 * \operatorname{tg}^2 \left(45 - \frac{\varphi_2}{2} \right) \gamma * \operatorname{tg} \varphi_1;$$

де $v = 0,06$ м – ширина диску;

$\varphi = 25^\circ$ – кут нахилу;

$N = 0,165$ м – проекція диску на вертикальну вісь;

$$\varphi_2 = 70; \gamma = 1600 \text{ Н/м}^3; \varphi_1 = 22^\circ$$

Звідси:

$$P_{\text{тр}} = 0,5 * 0,016 * \cos 25^\circ * 0,165 \operatorname{tg}^2 \left(45 - \frac{30}{2} \right) * 1600 * \operatorname{tg} 22 = 0,012 \text{ кН};$$

Встановлюємо опір у бортових прорізах:

$$P_6 = T_{\text{бок}}^H \times \alpha + T_{\text{бок}}^V \times \alpha^2;$$

де $T_{\text{бок}}^H = 0,5$ кПа – параметр, що відображає величину бокового опору,

$T_{\text{бок}}^V = 9$ кПа – показник, що відображає зміну опору ґрунту залежно від швидкості руху;

α – глибина обробітку.

Звідси:

$$P_6 = 0,5 \times 0,02 + 9 \times 0,02^2 = 0,13 \text{ кН.}$$

Обчислюємо загальну силу тягового опору, що припадає на один диск:

$$P = P_p + P_{\text{вв}} + 2 \times P_{pH} + 2P_{\text{тpH}} + 2P_{\text{б}}$$

$$= 0,14 + 0,015 + 2 \times 0,3 + 2 \times 0,012 + 2 \times 0,13 = 1,039 \text{ кН}$$

Тяговий опір в цілому, без урахування бритв та ротаційних робочих органів, дорівнюватиме:

$$P = P_1 \times 12 = 1,039 \times 12 = 12,46 \text{ кН.}$$

З наведених даних випливає, що трактор Т-70С з тяговою здатністю 20 кН цілком придатний для роботи в агрегаті з модернізованим копачем коренеплодів.

Розрахунок на міцність. З погляду міцності найбільш навантаженою є зона кріплення стійки глибокорозпушувальної лапи до секційної рамки. У зв'язку з цим необхідно виконати перевірку стійки на згин шляхом побудови спрощеної епюри згинаючих моментів (рис. 3.2). У точці А прикладена сила опору різанню долота $P_r = 0,3 P$ кН, а в точці

В враховуються сили опору, що виникають від похилої стійки та в бічних прорізах. Дія зазначених навантажень зумовлює форму епюри згинаючих моментів, наведену на рисунку 3.10. Максимальне значення згинального моменту виникає в точці С, яка є найбільш небезпечною для перерізу.

$$M_{\text{max}} = P_p \gamma \times l + P_{pH} \times l_1$$

де $P_p \gamma = 0,3 \text{ кН}$,

$l = 0,46 \text{ м}$ – довжина стійки;

$l_1 = 3,38 \text{ м}$ – довжина затепленої стійки.

$$P_{pH} = 0,6 + 2 \times 0,13 = 0,86 \text{ кН}$$

$$M_{\text{max}} = 0,6 \times 0,46 + 0,86 \times 0,38 = 0,6 \text{ кН м.}$$

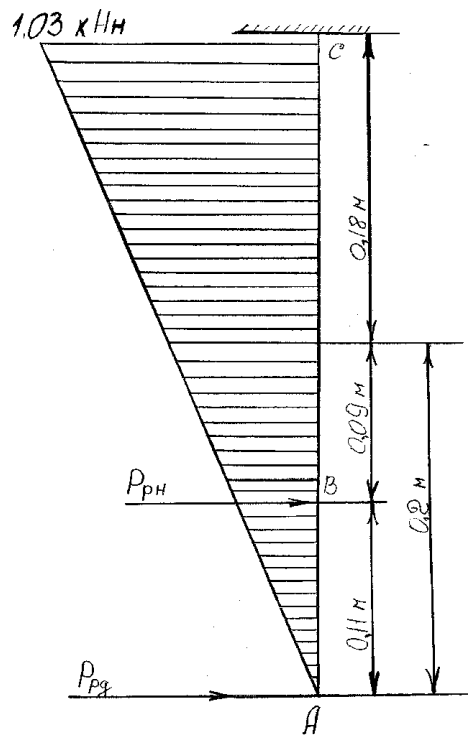


Рис. 3.10. Графік розподілу згинального моменту.

Оскільки секція закріплена на основній рамі у трьох точках, тоді як проєктований робочий орган має лише одну точку кріплення, величина згинального моменту визначатиметься як:

$$M_{\text{изг}} = 0,6 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Обчислюємо граничну напругу при згині за наведеною формулою:

$$\sigma = 6 \left(\frac{M_{\text{изг}}}{W} \right) = 6 * \left(\frac{0,6}{0,2 * 0,05^2} \right) = 79 \text{ МПа}$$

Для матеріалу $C_{\text{т3}}[\sigma] = 140 \text{ МПа}$ допустиме напруження становить, що свідчить про наявність у стойці достатнього запасу міцності.

У розробленій лапі для розпушування ґрунту два болти М10 працюють на зріз під дією сили різання, яка прикладена до долота симетрично. З урахуванням умови міцності болтів при зрізі виконаємо відповідний розрахунок.

$$\tau = \frac{P}{F} = \frac{P}{\frac{\pi d^2}{4}} \leq [\tau]$$

де P – прикладені зовнішні сили (навантаження),
 d – діаметр болтів, що визначає їх геометричний розмір,
 n – кількість болтів (шт).

$$\tau = \frac{1039}{2 * \frac{3,14 * 10}{4}} = 66 \text{ Н/мм}^2$$

Міцність сталі Ст3 при розтягуванні та зсуві становить 400 Н/мм².

$$[\varphi_c] = 400 \text{ Н/мм}^2$$

$$66 < 400$$

Перевірка на зріз показала, що болт здатний витримувати навантаження з запасом міцності 70 %.

Висновки до розділу III

В розділі проаналізовано будову та принцип дії робочих елементів коренезбирального копача. Ефективність процесу викопування коренеплодів значною мірою залежить від конструктивних параметрів робочих органів та узгодженості їх роботи.

Обґрунтовано необхідність та доцільність модернізації конструкції копача. Проведений аналіз існуючих моделей та їх технічних характеристик показав, що традиційні конструкції мають низку недоліків, зокрема недостатню ефективність роботи на різних типах ґрунтів, підвищені втрати продукції та значні енергетичні витрати.

Визначено та обґрунтовано основні параметри робочого органу, які забезпечують його ефективну та надійну роботу в заданих умовах експлуатації. Проведено розрахунки на міцність.

РОЗДІЛ IV ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Небезпечні та шкідливі виробничі чинники під час експлуатації агротехнічних машин і обладнання

Усі небезпечні та шкідливі виробничі фактори класифікуються на чотири основні групи: фізичні, психофізіологічні, хімічні та біологічні.

До фізичних факторів належать рухомі машини й механізми, а також їхні незахищені частини, надмірна запиленість або загазованість повітря робочої зони, підвищена чи знижена температура навколишнього середовища, надмірний рівень шуму, інфра- та ультразвуку, вібрацій, іонізуючих або електромагнітних випромінювань; підвищена напруга електромережі, інтенсивність електричних і магнітних полів; а також невідповідність показників освітлення встановленим нормам.

Хімічні небезпечні та шкідливі фактори виробничого середовища поділяються за характером впливу на організм людини. Вони можуть бути загальнотоксичними, подразнюючими, сенсibiliзуючими, канцерогенними, мутагенними або такими, що впливають на репродуктивну функцію. Потрапляння цих речовин в організм можливе через дихальні шляхи, шкіру чи травний тракт.

Біологічні фактори включають мікро- та макроорганізми, дія яких може спричинити захворювання або травми у працівників. До них належать бактерії, віруси, рикетсії, спірохети, гриби, найпростіші організми, а також окремі види тварин і рослин. Психофізіологічні фактори поділяються на фізичні та нервово-психічні перевантаження. Фізичні навантаження, у свою чергу, можуть мати статичний, динамічний або гідродинамічний характер.

Для зменшення негативного впливу цих факторів на комбайні використовують герметичну кабінку, яка дозволяє знижувати рівень шуму, зменшувати проникнення пилу або повністю його усувати, знижувати вібрацію та вплив шкідливих хімічних речовин. Кабіна захищає механізатора від зовнішніх умов і створює комфортний мікроклімат, параметри якого

залежать від герметичності, теплоізоляції, скла, а також наявності систем опалення та кондиціонування повітря. Сучасні трактори експлуатуються при температурах від $+40^{\circ}\text{C}$ до -30°C . Без належного захисту металева кабіна може стати джерелом як тепла, так і холоду.

Основні джерела тепла всередині кабіни: сонячне випромінювання (70–80%), двигун (8–15%), механізатор (10–15%), трансмісія та інші вузли (3–8%). Влітку, за відсутності теплового захисту, температура повітря в кабіні може перевищувати $+50^{\circ}\text{C}$. Штучна вентиляція знижує температуру лише на $1\text{--}2^{\circ}\text{C}$ і за певних умов може підвищувати запиленість повітря в зоні дихання оператора.

Під час літніх польових робіт у кабінах, де для нормалізації мікроклімату використовується тільки вентиляція без засобів теплового захисту, температура повітря може перевищувати зовнішню на $8\text{--}19^{\circ}\text{C}$, а температура поверхонь досягати $+40\text{...}53^{\circ}\text{C}$. Тривалість роботи в умовах теплового дискомфорту в найспекотніші години дня становить 6 -7 годин.

Для зменшення впливу небезпечних і шкідливих факторів необхідно застосовувати засоби індивідуального захисту, дотримуватися правил техніки безпеки, проводити регулярне технічне обслуговування машин, що дозволяє значно знизити ризик травматизму та покращити ефективність виконання сільськогосподарських робіт.

4.2 Головні вимоги пожежної безпеки під час роботи на сільськогосподарській техніці

Пожежна безпека при роботі на техніці в полі є надзвичайно важливою, оскільки сільськогосподарська техніка, суха рослинність та паливно-мастильні матеріали створюють високий ризик виникнення пожеж. Основні правила можна викласти таким чином:

Перед початком роботи обов'язково слід перевірити технічний стан машини: працездатність гальм, кермового управління, системи охолодження,

наявність справного вогнегасника та інструментів для ліквідації пожежі. Слід регулярно очищати агрегати від пилу, сухої трави, соломи та інших легкозаймистих матеріалів, особливо поблизу двигуна та вихлопної системи.

Під час роботи забороняється курити, користуватися відкритим вогнем або залишати без нагляду працюючу техніку. Важливо стежити за температурою двигуна та відсутністю перегріву, оскільки перегрів може спричинити займання.

При заправці паливом та мастильними матеріалами необхідно дотримуватися правил безпеки: використовувати спеціальні ємності, уникати проливів і витоків, забезпечити достатню вентиляцію та видалити джерела вогню поруч.

У випадку виникнення пожежі слід негайно зупинити техніку, відключити двигун, попередити людей поруч і скористатися вогнегасником або іншими засобами пожежогасіння. Важливо знати номери екстрених служб і вміти організувати швидку евакуацію людей та техніки з небезпечної зони.

Дотримання цих правил дозволяє значно знизити ризик виникнення пожежі в полі та забезпечити безпеку працівників і майна.

4.3 Захист навколишнього середовища при використанні агротехнічної техніки

Використання сільськогосподарської техніки в сучасному агропромисловому виробництві є невід'ємною складовою підвищення продуктивності та ефективності обробки земельних ресурсів.

Разом із цим, інтенсивна експлуатація техніки створює значне навантаження на навколишнє середовище, що проявляється у вигляді забруднення ґрунту, водних об'єктів, атмосфери та шумового впливу. Збереження екологічної безпеки в аграрному секторі передбачає комплекс

заходів, спрямованих на мінімізацію негативних наслідків технічної діяльності та оптимізацію використання ресурсів.

Одним із основних джерел забруднення є вихлопні гази тракторів, комбайнів та іншої техніки, що працює на дизельному або бензиновому паливі. Викиди оксидів азоту, сірки, вуглецю та твердих частинок спричиняють погіршення якості атмосферного повітря та можуть негативно впливати на стан сільськогосподарських культур. Крім того, витoki палива, мастильних та гідравлічних рідин під час експлуатації техніки призводять до забруднення ґрунтів і водних джерел, що порушує природний хімічний баланс екосистеми та знижує родючість ґрунтів.

Механічний вплив техніки на ґрунт також є важливим фактором екологічного ризику. Надмірне ущільнення ґрунту внаслідок руху важких машин зменшує його водопроникність, повітропроникність та біологічну активність, що призводить до деградації земельних ресурсів. Використання агротехніки без урахування особливостей рельєфу, вологості ґрунту та сівозміни може спричиняти ерозію ґрунту та втрату органічної речовини.

Охорона навколишнього середовища при роботі на сільськогосподарській техніці є складним комплексним завданням, що включає технічні, організаційні та навчальні заходи:

1. Регулярне технічне обслуговування забезпечує герметичність паливної та гідравлічної систем, знижує витрати палива та викиди шкідливих речовин. Використання сучасних двигунів з низьким рівнем викидів та систем очищення вихлопних газів дозволяє значно зменшити забруднення повітря.

2. Використання точного землеробства (Precision Farming) дозволяє оптимізувати внесення добрив та пестицидів, знижуючи їхнє потрапляння у ґрунтові та водні ресурси. Крім того, застосування економічних режимів роботи техніки та планування маршрутів зменшує зайві витрати пального та знижує механічне ущільнення ґрунту.

3. Впровадження сівозміни, розмежування зон обробки та відпочинку ґрунту, збереження природних водоохоронних зон, захисних смуг та лісосмуг дозволяє зменшити ерозійні процеси, запобігти забрудненню водойм та підтримати біорізноманіття.

4. Підготовка операторів та водіїв сільськогосподарської техніки з питань екологічної безпеки сприяє дотриманню технологічних режимів роботи, мінімізації витоків палива та мастильних матеріалів, правильній утилізації відходів.

Своєчасне обслуговування техніки, застосування сучасних технологій обробки земель, дотримання екологічних норм та навчання персоналу дозволяють мінімізувати негативний вплив на екосистеми та забезпечити раціональне використання природних ресурсів. У довгостроковій перспективі це сприяє підвищенню продуктивності сільського господарства, збереженню родючості ґрунтів та покращенню якості життя населення.

Висновки до розділу IV

В розділі охорона праці вивчено небезпечні та шкідливі виробничі чинники під час експлуатації агротехнічних машин і обладнання.

Вивчення головних вимог пожежної безпеки показало, що дотримання правил експлуатації сільськогосподарської техніки є основним чинником запобігання виникненню пожеж.

Оцінено заходи з охорони навколишнього середовища під час експлуатації агротехнічної техніки.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В теоретичному розділі розглянуто біологічні особливості цукрового буряку як сільськогосподарської культури. Проведено аналіз технологій та способів збирання коренеплодів та гички цукрових буряків. В розділі проведено обґрунтування актуальності теми роботи.

В технологічному розділі проведено технічне обґрунтування технологічних способів обрізання гички цукрових буряків із застосуванням сучасних машин. Вивчено конструкції та принцип роботи викопувальних робочих органів бурякозбиральних машин. Розглянуто процес взаємодії робочих частин машин для збирання гички з коренеплодами цукрових буряків.

В розрахунково-конструктивному розділі проаналізовано будову та принцип дії робочих елементів коренезбирального копача. Обґрунтовано необхідність та доцільність модернізації конструкції копача. Проведений аналіз існуючих моделей та їх технічних характеристик показав, що традиційні конструкції мають низку недоліків, зокрема недостатню ефективність роботи на різних типах ґрунтів, підвищені втрати продукції та значні енергетичні витрати.

Визначено та обґрунтовано основні параметри робочого органу, які забезпечують його ефективну та надійну роботу в заданих умовах експлуатації. Це сприяє додатковому очищенню від залишків гички під час викопування. Така конструкція дозволяє підвищити якість збирання коренеплодів без використання додаткових доочисних агрегатів.

В розділі охорона праці вивчено небезпечні та шкідливі виробничі чинники під час експлуатації агротехнічних машин і обладнання. Вивчення головних вимог пожежної безпеки показало, що дотримання правил експлуатації сільськогосподарської техніки є основним чинником запобігання виникненню пожеж.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ковальчук В. І. Механізація збирання коренеплодів цукрового буряку: монографія. Київ: Аграрна наука, 2020. 312 с.
2. Гордієнко С. М. Теоретичні основи проектування робочих органів сільськогосподарських машин: монографія. Одеса: ОНАХТ, 2019. 280 с.
3. Ковальчук В. І., Мельник І. П. Механізація збирання коренеплодів цукрового буряку: підручник. Львів: ЛНАУ, 2020. 320 с.
4. Романенко В. О. Технічні засоби для збирання гички цукрового буряку: монографія. Чернівці: ЧНУ, 2020. 240 с.
5. Мельник І. П., Ковальчук В. І. Механізація збирання коренеплодів цукрового буряку: підручник. Харків: ХНАУ, 2023. 300 с.
6. Бондарчук М. І. Удосконалення процесів збирання цукрових буряків за допомогою нових робочих органів машин. Наукові праці Уманського національного університету садівництва. 2020.
7. Дьяків В. М. Механічні властивості ґрунтів та їх вплив на роботу сільськогосподарських машин: монографія. Київ: НУБіП України, 2022. 256 с.
8. Лехман С. Д. і ін. Довідник з охорони праці в сільському господарстві. К. : Урожай, 2017. 452 с.
9. Кравченко О. В. Розробка та дослідження робочих органів для збирання коренеплодів: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01. Харків, 2024. 200 с.
10. Петренко О. О. Розробка робочих органів для збирання коренеплодів цукрового буряку: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01. Київ, 2015. 24 с.
11. Кравченко О. В. Розробка та дослідження робочих органів для збирання коренеплодів: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01. Харків, 2014. 200 с.
12. Кузьменко О. І. Механізація збирання коренеплодів цукрового буряку: монографія. Одеса: ОНАХТ, 2019. 210 с.

13. Гончаренко В. В. Механізація збирання коренеплодів: навч. посіб. Черкаси: ЧНТУ, 2020. 198 с.
14. Гаврилюк, В. І. Механізація збирання коренеплодів цукрового буряку: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.05.11. Київ, 2024. 20 с.
15. Іванов, О. О. Механізація збирання коренеплодів цукрового буряку: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.05.11. Київ, 2021. 22 с.
16. Машины для земляних робіт: Навчальний посібник. Хмара Л. А., Кравець С. В., Нічке В. В., Назаров Л. В., Скоблюк М. П., Нікітін В. Г.
17. Гевко Р. Б., Ткаченко І. Г., Рогатинський Р. М., Синій С. В., Гладь Ю. М., Градовий В. В. Системи доочищення коренеплодів при їх механізованому збиранні : монографія. Тернопіль : Осадца Ю. В., 2020. 216 с.
18. Ігнат'єв Є. І. Сучасні технології збирання цукрових буряків (дослідження технології збирання гички та коренеплодів) : автор. доп. / Тавр. держ. агротех. ун-т. 2018–2021. 133 с. (електрон. ресурс).
19. Качур С. М. Пояснювальна записка: збирання коренеплодів цукрових буряків. 2024.
20. Левенець Д. А. Удосконалення технології збирання буряків цукрових і конструкції коренезбиральної машини : випускна робота. ДДАЕУ, 2023.